

Környezetbarát, alternatív
motorhajtóanyagok II.

(Dr. Hannus István – Dömök Szilvia – dr. Kiricsi Imre)

A nitrogén-oxid
tulajdonságai, szerepe az élő
és az élettelen világban

(Kapuváriné Székely Judit)

Kémiai számítások
dimenzióanalízissel

(Dr. Tóth Zoltán)

VIII. ÉVFOLYAM 2000

1

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Dr. Tóth Zoltán

Dr. Soltész György

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 470-185

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Kovács Attila

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 880 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII. Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási Minisztérium és a Soros Alapítvány támogatásával.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

TARTALOM

**Környezetbarát, alternatív motorhajtóanyagok II.
Mennyiségi és minőségi alternatívák**

Dr. Hannus István – Dömök Szilvia – dr. Kiricsi Imre
JATE, Szeged

**A nitrogén-oxid tulajdonságai,
szerepe az élő és az élettelen világban**

Kapuváriné Székely Judit
középiskolai tanár

**A 16. Kémiaoktatási Világkonferencia és a XIX. Magyar
Kémia tanári Konferencia jogutódjaként
Kémia tanárok Nyári Országos Továbbképzése**

**Visszhang, avagy gondolatok a természettudományi
szakmódszertanok 1999. évi, 3. országos debreceni
találkozója nyomán**

Dr. Szalay Tibor
ny. egyetemi tanár, KLTE, Debrecen

Továbbképzés kémia tanároknak Székelyudvarhelyen

Miért szeretem a kémiaórárt?

Kémiai számítások dimenzióanalízissel

Dr. Tóth Zoltán
egyetemi docens, KLTE, Debrecen

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve, két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

„Azért szeretem a kémiát, mert sokat kísérletezünk, és sokmindent tanulunk a kémiaórán.”

Moga Hajnal

7. oszt. tanuló, Vágás

Dr. Hannus István – Dömök Szilvia – dr. Kiricsi Imre

Környezetbarát, alternatív motorhajtóanyagok II.

Mennyiségi és minőségi alternatívák

Jelen közleményben a klasszikus motorhajtóanyagokat, a motorbenzint és a gázolajat felváltó, helyettesítő, esetleg adalékként használható alternatív üzemanyagokkal foglalkozunk.

Miért van szükség új lehetőségek, alternatívák keresésére?

A választ két oldalról közelíthetjük meg:

- A nagyfokú motorizáció rengeteg energiát igényel. A közúti szállítás sebezhetővé válik a kőolajkészletek csökkenésével és kimerülésével. Ez az egyik ok az új megoldások keresésére. A kormányok és az ipar egyaránt törekszik nem kőolaj alapú energiaforrásokat felkutatni. A legtöbbet ígérő lehetőségek: a szén, az olajpala, a szerves hulladékok, a biomassa [1].
- A másik ok az alternatív motorhajtóanyagok keresésére, az üzemanyagok minőségfejlesztésére az egyre szigorodó környezetvédelmi követelmények kielégítése. A benzinmotoros járművek szennyezőanyag-kibocsátása főleg NO_x -ból, CO -ból, CO_2 -ból és szénhidrogénekből (kritikusak a karcinogén policiklusos aromás szénhidrogének), a dízelmotoros járművéké NO_x -ból (főleg NO_2), SO_2 -ból (ha a szabvány nagyobb kéntartalmat enged meg, mint a benzinben) és szilárd részecskékből (koromból és a rájuk rakódott szénhidrogénekből) áll.

Az üvegházhatás, az ózonkérdés, a szmogképződés szükségessé teszi, hogy a gépjárművek fogyasztását és emisszióját tovább csök-

kentsék. Ennek érdekében vagy a kipufogógázokat tisztítják meg, vagy kevésbé környezet-szennyező üzemanyagokat használnak.

A környezetnek a kipufogógázok okozta növekvő terhelése a 80-as évek közepén a lambdaszabályozású háromutas katalizátortechnika (a katalizátor egyaránt redukálja a nitrogén-oxidokat, oxidálja a szén-monoxidot és égeti el az át nem alakult szénhidrogéneket) kifejlesztéséhez vezetett (részletesebben lásd Kémia tanítása, 1997. 3-4. sz., Katalizátorok a környezetvédelemben). A kipufogógáz CO , CH és NO_x károsanyag komponenseit így sikerült mintegy 90%-kal csökkenteni. Ezt a fejlődést a kőolajipar a gyors és széles körben bevezetett ólomzatlan motorbenzin előállításával, elterjesztésével tette lehetővé, mivel az ólomtartalmú benzin rövid idő alatt dezaktiválná a drága, nemesfém-tartalmú katalizátort.

Hagyományos üzemanyagok

A fő felhasználókat, a belsőégésű motorokat két nagy csoportba oszthatjuk: az elsőbe a dugattyús motorok tartoznak, míg a másodikba a gázturbinák. A dugattyús motoroknak is két csoportja van: a szikragyújtású Otto-motorok és a kompressziógyújtású vagy dízelmotorok.

A szikragyújtású motorok hajtóanyaga a motorbenzin, a dízelmotorok gázolajat, a gázturbinák (repülőgépmotorok) kerozint (speciális petroleum) használnak fel.

A kőolaj-feldolgozás során kapott nyersbenzin oktánszáma 60-70 körüli, így motorhajtóanyagként közvetlenül nem használható. Reformálás, krakkolás, izomerizáció, alkilezés révén az oktánszám növelhető. További növelés adalékanyagok segítségével érhető el. 1923-tól a 90-es évekig a legfontosabb adalékok a fémalkil vegyületek voltak (ólom-tetrametil, ólom-tetraetil), melyekből termikus bomlás révén a komprimált gázelegyenben finomeloszlású fémköd, illetve fémfüst képződik, ami kitűnő gyökfogó. Környezetvédelmi szempontból ezeket felváltották a különböző oxigéntartalmú vegyületek (alkoholok, éterek), melyek közül a legfontosabbakról, pl. metil-tercier-butil-éterről (MTBE) még részletesebben lesz szó. Magyarországon 1999. április 1-jétől teljesen megszűnt az ólomtartalmú benzin forgalmazása.

A gázolaj olyan folyékony szénhidrogének elegye, amit kompressziógyújtású dízelmotorokban használnak. A jelenlegi motortípusokhoz megfelel az atmoszférikus desztilláció során kapott, kb. 50-es cetánszámú gázolajpárlat.

A kerozinnal, mint repülőgép hajtóanyaggal szembeni legfontosabb követelmények az alacsony dermedéspont, a vízmentesség, valamint az aromástartalom minimalizálása azért, hogy az égésnél ne képződjön korom.

Mennyiségi alternatívák

Szén

A szén kitermelése a kőolaj és földgáz kinyerésével, feldolgozásával összehasonlítva sokkal nagyobb ráfordítást igényel. Ebből következik, hogy szénből kiindulva nem azért készítettek motorhajtóanyagokat, mert gazdaságos, hanem mert a kőolaj nem állt megfelelő mennyiségben rendelkezésre (pl. Németországban a II. világháború során, ill. a Dél-afrikai Köztársaságban a 70-es, 80-as években, mikor a kormány fajüldöző politikája miatt olajembargóval sújtották).

A szén folyékony üzemanyaggá való átalakításának alapvető eljárásai a következők:

1. a szén cseppfolyósítása nagynyomású hidrogénezés és extrakció útján, a nyert olaj feldolgozásával

2. kis hőmérsékletű szénlepárlás (svélezés), és a kapott svélkátrány hidrogénezése;
3. szénelgázosítás és az ezt követő Fischer-Tropsch-szintézis;
4. szénelgázosítás, majd metanolszintézis, és a metanol átalakítása ZSM-5 típusú zeolit-katalizátoron motorhajtóanyagokká. (Ezt az eljárást az olajválság alatt fejlesztette ki a Mobil olaj konszern).

A szénelapú motorhajtóanyagok előállítására kidolgozott technológiák egyenlőre azt a célt szolgálják, hogy fedezhető legyenek a minimális szükségletek, ha már nem áll rendelkezésre elegendő kőolaj.

Olajhomok, olajpala

Az olajhomok nehézolajat, az olajpala olyan fiatal kerogént tartalmazó kőzet, amelyben a kőolajképződés még nem ment végbe teljesen, azonban melegítéssel (lepárlással) kőolaj és földgáz nyerhető ki belőlük. A kinyerhető olaj a becsült kőolajkészleteknek közel a kétszeresét jelenti. A termelési probléma az, hogy jóllehet, a mennyiség fele külfejtéssel kinyerhető, felmelegítésük tetemes energiát igényel.

Ha sikerülne gazdaságos technológiát találni, és a palának, homoknak csak 10%-át fel tudnák dolgozni, már akkor is több olajat lehetne termelni, mint amennyit napjainkig a világon kinyertek.

Földgáz

Nyilvánvaló, hogy a kőolaj mellett a földgázt is megpróbálják hasznosítani motorhajtóanyagként.

A világon még a távolabbi jövőben is sok érintetlen földgázkészlet lesz. Mivel – szemben a benzinnel és a gázolajjal – viszonylag kis energiasűrűségű, megfelelő hatótávolság megtételéhez sűrítésre szorul. Ez történhet nagy nyomást létrehozó kompresszió vagy cseppfolyósítás útján. Az így létrejövő folyékony (liquefied natural gas; LNG) és sűrített (compressed natural gas; CNG) földgázt hasznosítják motorhajtóanyagként. Itt kell megemlíteni a propán-

és butántartalmú LPG (liquefied petroleum gas) használatát is. Az olcsóbb üzemanyag, a gáz-töltőállomások létesítése és kedvező adócsökkentések elősegíthetik a földgázra való átállást. Ha már sok gázüzemű jármű lesz az utakon, az előnyök azonnal érezhetővé válnak az ország levegőjének megtisztulásában, az energiafelhasználás és közkiadások mérséklődésében [2].

Dimetil-éter (DME)

A DME a legegyszerűbb éter ($\text{CH}_3\text{--O--CH}_3$), 35%-os oxigéntartalmánál fogva füstmentesen ég el. 55-60-as cetánszámon lehetővé teszi a kompressziós gyújtást. Hátránya a nagyobb NO_x -emisszió.

Az előállításának legegyszerűbb módja a vízelvonás metanolból:



A metanolt szintén elő kell állítani. A közvetlen DME gyártás szintézisgázból indul ki. Használatához az üzemanyag befecskendezést módosítani kell, mivel a DME-t melegben, hidegben egyaránt nyomás alatt kell tartani, és a kisebb energiasűrűsége miatt 1,7-szeres térfogatot kell bejuttatni [3].

Minőségi alternatívák

Oxigéntartalmú oktánszámnövelő anyagok

A szén-dioxid kibocsátás okozza az üvegházhatás legnagyobb részét, ezért a CO_2 emisszió csökkentése fontos cél, melyet a járművek üzemanyag-fogyasztásának csökkentésével érhetünk el. Ennek érdekében a motor hatékonyságát, a kompressziót kell megnövelni, mely nagyobb oktánszámú motorbenzint igényel. A benzinek oktánszámnövelése és egyben a mérgező ólomtartalom csökkentése új hatásos adalékokkal történhet. Ezek a nagy oktánszámú alternatív komponensek alkoholok és éterek.

Oxigéntartalmú vegyületekkel az oxidáció, az égés is javítható. A CO -emisszió csökken ezáltal, azonban a kipufogógázban jelentősen

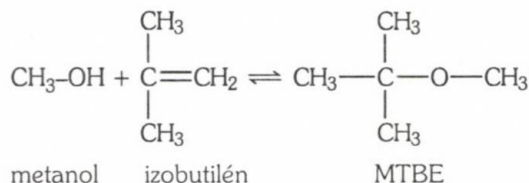
megnő az aldehidek, a metanol és a szerves savak mennyisége.

Az oxigéntartalmú üzemanyag-komponensek, mint a metanol, etanol vagy éterek (MTBE, ETBE, TAME (tercier-amil-metil-éter)) csökkentik a kőolajfüggőséget, és részben pozitívan befolyásolják az üzemanyagok minőségét. Káros anyag emisszióra vonatkozó hatásuk: a tökéletesebb égés révén (nagyobb oxigéntartalom) CO -, CH - és NO_x -emisszióra pozitív a hatás, a kipufogógáz aldehyd tartalma viszont többszörösére nő. Az USA Környezetvédelmi Ügynökségének (EPA) meglátása szerint a CO - és NO_x -emissziót csökkentő hatás miatt a motorbenzinek oxigéntartalmát nem szükséges korlátozni.

Az energialánc szén-dioxid emissziója vonatkozásában figyelembe kell venni, hogy milyen (fosszilis vagy megújuló) alapanyagból, milyen bonyolult vagy kevésbé bonyolult technológiai lépésekkel állították elő az oxigéntartalmú üzemanyag-komponenst, és milyen intézkedések szükségesek a hagyományos motorbenzinhez való illeszkedésükhöz. Ügyelni kell arra is, hogy az ölmotatlan, nagy oktánszámú benzintermelésnél a finomító energiafelhasználása megnő, ami nagyobb szén-dioxid kibocsátást eredményez. Ezt a tényt figyelembe kell venni az oktánszám és az összehasonlítható értékelésnél is.

MTBE (metil-tercier-butil-éter)

A metil-tercier-butil-éter gyártás 1973 óta ismert. Az előnyös tulajdonságokkal rendelkező oktánszámnövelő benzinkomponens metanol és izobutilén reakciójában keletkezik:



A reakció exoterm, és egyensúlyra vezet. Az egyensúlyi konverziót növelni lehet az egyik reagens – itt célszerűen a metanol – koncentrációjának növelésével. Ez persze azzal jár, hogy a fölös metanolt elválasztás után recirkuláltatni

kell. A konverzió növelésének másik lehetősége az, hogy a reakcióelegyből folyamatosan kivonják a képződött MTBE terméket, ami folytonos üzemi gyártásban meg is valósítható.

Magyarországon MTBE előállítás 1982 óta a Tiszai Kőolajipari Vállalatnál Tiszaújvárosban és 1994. évi üzembe helyezéssel a Dunai Finomítónál Százhalombattán folyik. Az MTBE-t folyadékfázisban, 40-90 °C között és 10 atm nyomáson állítják elő izobutilén és metanol reakciójával, savas katalizissal műgyantán. A Tiszai Kőolajipari Vállalat a szomszédságában lévő TVK Rt. termikus krakk üzeméből származó, nagy butadién tartalmú nyers C₄-frakciót dolgozza fel MTBE-vé, Százhalombattán pedig a katalitikus krakkoló C₄-frakcióját, csak az izobutilént hasznosítva belőlük [4].

Alkoholok

Az alkoholok is az oxigéntartalmú üzemanyag-komponensek közé tartoznak, tehát a benzinhez keverve növelni lehet az oktánszámot. A tiszta etanol és metanol is alkalmas üzemanyagként való felhasználásra, de ehhez a belső égésű motorokat át kell alakítani. Az alkoholok felhasználásáról motorhajtóanyagként majd később, a bioüzemanyagoknál részletesebben lesz szó, mivel gazdaságos előállításuk a biomasszából lehetséges.

Villamos hajtású járművek

A környezetszennyezés elleni harc (károsanyag-emisszió csökkentése) és a fosszilis tüzelőanyagoktól való függetlenedés egyik legjobb útját a villamos hajtású járművek alkalmazása jelentheti. Két csoportba sorolhatjuk ezeket: akkumulátoros töltésű és tüzelőanyag-elemmel működő járművek.

Akkumulátoros járművek

Az akkumulátoros járműveknek gyakorlatilag nincs káros kibocsátásuk, energiahatékonyságukat az új műszaki megoldásokban a benzinajtásúakénak háromszorosára becsülik. A csoportba tartozó járművek gyakorlati elterjedése-

nek legfőbb akadálya az egy töltéssel befutható rövid távolság és a költséges akkumulátoros energiatárolás. A megfelelő utántöltés nélkül elérhető hatósugarak olyan nagyméretű akkumulátorokat igényelnek, amelyek súlya nagy, és a raktér jelentős részét elfoglalnák. Egyre több cég vizsgálja, hogy milyen egységekkel válthatók ki a villamos hajtású járművek akkumulátorai. A tüzelőanyag-elemek e fejlesztésnek ígéretes területei. Megoldást jelent a hibrid hajtás is, melynek során a villamos hajtást benzinüzemű motorral kombinálják. Ezzel a kombinációval kis fogyasztást és csekély szennyezőanyag-kibocsátást érnek el. A hibrid típusok túllépik a tisztán villamos hajtású járművek sebesség- és hatótávolság-korlátait. A hibrid egység benzinmotort, akkumulátorokat, villamos motort és generátort tartalmaz. A villamos motor hajtja a járművet induláskor és minden olyan üzemmódban, amely nagy szennyezőanyag-kibocsátást okozna. A benzinmotor nagy sebességnél veszi át a hajtást. Nagy terheléskor a két erőforrás együtt dolgozik. Fékezéskor a benzinmotor leáll és generátorüzemben tölti az akkumulátorokat. A végeredmény egy olyan jármű, amely 28 km-t tesz meg 1 l benzinnel, kétszer annyit, mint a hagyományos típusok, ugyanakkor a CO, NO_x, szénhidrogén kibocsátása 90%-kal, a CO₂ kibocsátása 50%-kal csökken [5].

Tüzelőanyag-elemekkel működő járművek

A tüzelőanyag-elem az üzemanyag (rendszerint hidrogén) elektrokémiai oxidációjával, a levegő oxigénjének segítségével közvetlenül villamos energiát állít elő, és vízgőz keletkezik. Az anódot és a katódot ionosan vezető elektrolit választja el egymástól, amely zárja az elektromos kört, így alakul ki az energiatermelő egység, a cella. Több cella összekapcsolásával néhány száz watt és több megawatt közötti teljesítmény állítható elő. Rendszerint 80% fölötti hatásfokkal működnek.

A hidrogénüzemű motorban nem keletkezik CO₂ és NO₂, így üvegházhatást csak a vízgőz idéz elő. Amennyiben azonban nem megújuló erőforrással termelik a hidrogént, akkor a CO₂-

terhelés ezáltal az erőművekbe tevődik át az utakról.

A hidrogén, mint üzemanyag tárolható gázként, nagy nyomáson vagy cseppfolyósítva [5], ill. származhat hidrogéntartalmú vegyületekből, pl. metanolból.

A tüzelőanyag-elemmel hajtott gépkocsik feltöltése nem igényel hosszú időt. Ez nagy előnyük az akkumulátoros járművekkel szemben. A Daimler Benz, a BMW és a Mazda kocsikba építettek be eddig tüzelőanyag-elemeket. 1999 januárjában a Shell közreműködésével Hamburgban megnyílt Európa első hidrogénkútja.

Biomasszából előállítható bioüzemanyagok

A biomassza – növényi és állati szervezetek által megtermelt szervesanyag (növények, állati eredetű zsírok, olajok, szerves hulladékok) – a napenergia átalakított, újratermelődő formája. Jelentősége a fosszilis energiahordozókkal való takarékoskodás és az üvegházhatást okozó CO₂-kibocsátások csökkentése óta megnőtt, ugyanis mind mennyiségi, mind minőségi alternatívaként számolni kell velük.

A bioüzemanyagok (etanol, növényi olajok és keverékei) nagy értéke az ún. szén-dioxid-neutralitás, hogy éppen annyi (és csak annyi) szén-dioxidot bocsátanak a légkörbe, amennyit növényi alapanyaguk vegetatív ideje alatt fotoszintézis útján elnyel, és emiatt fenntartják a légkör természetes egyensúlyát. Elégetéskor tehát nincs nettó CO₂-emisszió, viszont a biomasszából üzemanyag hagyományos módon történő előállításakor, szállításakor és elosztásakor ugyancsak felszabadul CO₂. Célszerű volna ezekhez a műveletekhez is biomasszából nyert energiát felhasználni. A növényekből (ráadásul megújuló forrásból) nyert üzemanyagok a városi közlekedésben ideálisak, kipufogógázuk kielégíti a levegőtisztasági szabványokat [3].

Alkoholok

Az ásványi eredetű közlekedési üzemanyagok teljes vagy részleges helyettesítése a biomasszából származó etanollal és metanollal már régi ötlet és gyakorlat. A II. világháború előtt és

alatt alkoholt használtak a motorok hajtására, ezután azonban az olcsó motorbenzin hamar kiszorította az üzemanyag-ellátásból. Az olajváltság évei, majd a környezet ólomterhelésének csökkentésére irányuló rendszabályok terelték ismét a figyelmet a bioalkoholra.

Az alkoholt motorhajtóanyagként fel lehet használni önállóan vagy benzinbe keverve. Az alkohol/benzin keverékekben (gasohol, motalko) tulajdonképpen a nagy oktánszámú alkohol a környezetszennyező kopogásgátló adalékot (ólom-tetraetil) helyettesíti. Az ily módon kevert benzinek kipufogógázai kielégítik a levegőtisztasági szabványokat. A keverést el lehet végezni közvetlenül a befecskendezést megelőzően, így azonban kettős hajtóanyagrendszer szükséges, ami körülményessége és drágább volta miatt hátráltatja az elterjedést. A keverék elkészíthető emulzió formájában is, de ennek stabilitási ideje véges, viszont így szimpla hajtóanyagrendszer alkalmazható. Az alkohollal hajtott járművek CO- és NO_x-kibocsátása hasonló a benzinéhez. Illékony szerves vegyületekből és ózonképző anyagokból azoknál kb. 50%-kal kevesebbet juttatnak a légkörbe. Az alkoholok elégetése nem jár benzol és egyéb aromások képződésével, viszont aldehidek jelentős mennyiségben képződnek. A benzinmotoros járművek energiahatékonysága etanollal és metanollal hajtva 10-30%-kal megnő.

Az EU-előírás a benzinmotorok üzemanyagában 5%-os etanolarányt engedélyez. Az EU területén azonban a bioüzemanyagok piaca nem épült ki, mivel ezek a hagyományos motorhajtóanyagokhoz képest gazdaságilag nem versenyképesek. Az alkoholok árának csökkentése lehetséges a megfelelő kiindulási anyag helyes kiválasztásával, termesztésének fejlesztésével, a gyártás maradékának újabb energetikai hasznosításával.

Németországban kritikus időkben alkalmazták az etanolt. Brazíliában a proalkohol program (benzinimport enyhítésére és a cukornádtermelés lekötésére) keretében előbb vízmentes (99,33%) alkoholt keverték a benzinnel, 1984-ben már 1,8 millió gépkocsi működött tisztán alkohollal. Az 1985-ben bekövetkezett olajár

csökkenés az alkoholprogram megingásának kezdete, de a váltakozó konjunktúra ellenére Brazíliában ma sem elhanyagolható az alkohol mint üzemanyag használata. Az USA-ban szintén évek óta kukoricából származó alkohollal készítik a 90 : 10 arányú benzin/etanol „gasohol” keveréket.

Növényi olajok

Az olajok és a zsírok állati vagy növényi eredetű természetes anyagok. Szerkezetük szerint nagy szénatomszámú karbonsavak glicerinnel alkotott észterei. A természetes zsíradékokban a gliceridek közül legnagyobb mennyiségben a trigliceridek (glicerin mindhárom hidroxilcsoportja acilezve van) fordulnak elő. A gliceridek különböző fizikai és kémiai sajátosságait a molekulában lévő zsírsavak szabják meg. Természetes zsíradékokban nyílt láncú telített vagy telítetlen páros szénatomszámú monokarbonsavak szerepelnek. A szobahőmérsékleten szilárd glicerint zsíroknak, a cseppfolyós halmozállapotúakat olajoknak nevezzük. A halmozállapot a telített és telítetlen karbonsavkomponensek viszonylagos mennyiségétől függ. A zsírokból a telített, az olajokban pedig a telítetlen karbonsavak az uralkodó észteresítő savösszetevők.

Növényi olaj, mint motorhajtóanyag

Dízelüzemanyag helyettesítésére a növényi olajok alkalmasságát már 1980 óta vizsgálják. Olyan növényi olajokkal kísérleteztek, amelyek termelése meghaladta a felhasználást: az USA-ban szójaolajjal, Európában repce- és kukoricaolajjal, Délkelet Ázsiában pálmaolajjal és a Fülöp-szigeteken kókuszdióolajjal.

Európában a repceolaj termesztése a legkedvezőbb, így a legtöbb irodalom is ezzel foglalkozik.

Tiszta növényi olajjal a dízelmotorok néhány órán át jól működnek, a későbbiekben azonban jelentkeznek nehézségek, elsősorban a közvetlen befecskendezésű motorokban (tökéletlen égés, befecskendezőre való ráégés, rossz porlasztás, kokszerakódások a porlasztón, gyantaképződés, dugattyúgyűrűk megszorulása, kenőolaj besűrűsödése és kicsapódása a növényi olajjal való keveredése miatt, káros maradékok képződése).

A repceolaj fűtőértéke 37,2 MJ/kg, illetve 35,4 MJ/l, ami megfelel a dízelüzemanyag fűtőértékének. A motor működésével kapcsolatos problémákat a repceolaj kisebb illékonyasága és a viszkozitás csaknem tízszer nagyobb volta okozza [6].

A viszkozitás csökkentésének egyik lehetséges módja a növényi olaj és a gázolaj keverékének használata. Perspektívikusabbnak látszik a másik megoldás, a metilészterek, így a repceolaj-metilészter előállítása és használata. Ezzel következő cikkünkben foglalkozunk.

Irodalom

- [1] James S. Moore, William J. Shadis, *Chemtech*, Sept. 1984 p. 554-561
- [2] Emőd István, *Energiaellátás, Energiatakarékosság – világszerte*, OMIKK Műszaki Információ, 1996/12, 27-33)
- [3] Boros Tiborné, *Energiaellátás, Energiatakarékosság – világszerte*, OMIKK Műszaki Információ, 1997/4, 20-23)
- [4] Lázár László, *Magyar Kémikusok Lapja*, 7-8, 1994, 334-338
- [5] Schmidt János, *Energiaellátás, Energiatakarékosság – világszerte*, OMIKK Műszaki Információ, 1997/8, 41-46
- [6] Austmeyer, Klaus, Röver, Helmut, *Magyar Kémikusok Lapja*, 6-7, 1992, 234-241

Kapuváriné Székely Judit

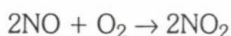
A nitrogén-oxid tulajdonságai, szerepe az élő és az élettelen világban

A nitrogén-oxidok felfedezése, fajtái, előállítása

A nitrogén-oxidot Priestley fedezte fel 1772-ben nagy ellenállást váltva ki vele az egész kémiai világban. Kísérleteit Mayow és Hayes megfigyeléseire építette, s Cavendish tanácsára különböző fémekből (Fe, Cu, Sn, Ag, Hg, Bi, Ni) salétromsavval állította elő a gázt.

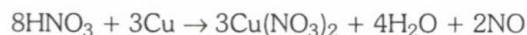
A nitrogén-oxidok nyolcféle összetételben léteznek (N_2O , NO, N_2O_2 , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 , N_2O_5 , NO_3). Szobahőmérsékleten csak a nitrogén-monoxid (NO) és a nitrogén-dioxid (NO_2) stabil. A dinitrogén-oxid (N_2O) színtelen, édes-kés szagú, vízben rosszul, zsírban jól oldódó gáz, amit először Davy használt, mint altatószert. Ezt a gázt kéjgáz néven ma is használják altatószerként, úgyszintén aerosolos készítmények hajtógázaként. A nitrogén-monoxid (NO) színtelen, mérgező, nagyon reakcióképes gáz, amely alacsony hőmérsékleten dimerizálódik, szilárd halmazállapotban N_2O_2 alakban van jelen.

Oxigénnel barna színű nitrózusgőzöket (NO_2) képez:



ami korrózív tulajdonságú, mérgező gáz, a légzőszerveket károsítja. Erélyes oxidálószer.

A nitrogén-monoxid (NO) a salétromsav vagy nitrátoldatok redukciós reakciójával állítható elő:

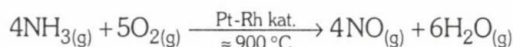


1903-ban Birkeland és Eyde kidolgoztak egy eljárást a salétromsav előállítására. Eszerint a levegő O_2 -jéből és N_2 -jéből ívfény hatására NO-t állítottak elő:

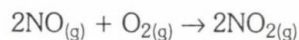


Miután alacsony volt a hozam (1-2%), és az eljárás maga túlságosan energiaigényes, mára már elavult.

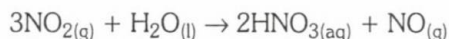
A NO ipari méretekben történő előállítása az NH_3 katalitikus oxidációjával történik, ami az első lépése annak a háromlépcsős eljárásnak, amit Ostwald dolgozott ki az ammónia salétromsavvá való átalakítására. Ennek az első, nagyon fontos lépcsője a következő reakció:



A NO oxigén jelenlétében NO_2 -dá oxidálódik:



Ha vízben oldjuk a NO_2 -ot, diszproporcionálódik salétromsav keletkezése közben:



A NO vissza tud alakulni NO_2 -dá így több salétromsavat termelve.

Az első gyárat Németországban szerelték fel 1908-ban, ami lehetővé tette a KNO_3 és az NH_4NO_3 nagy mennyiségben történő előállítását és ezáltal felhasználásukat a műtrágya és robbanószergyártásban. Ezért Ostwald 1909-ben Nobel-díjat kapott.

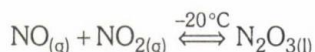
A nitrogén-monoxid szerkezete, fizikai, kémiai tulajdonságai, komplexei

A nitrogén-monoxid semleges oxid, aminek az elektronkonfigurációja:



A párosítatlan állapotú elektron miatt a vegyület paramágneses, és a kötésrend 2,5. Szilárd állapotban a NO dimerizálódik $O=N-N=O$ -dá, ami diamágneses. A NO meglehetősen reakcióképes klórral: NOCl (nitrozilklorid)-dá alakul és 12-13 pH-nál O_2^- -vel peroxidnitríté ($-OONO$), ami alacsony pH-nál HNO_3 -vá alakul. A $(2p\pi^*)^1$ elektron oxidáció során eltávozik, és NO^+ (nitrozónium ion) képződik, amelyben a N-O kötésrend 3. Az N-O vegyérték-rezgés hullámszáma az NO-ban lévő 1840 cm^{-1} -ről 2300 cm^{-1} -re nő a nitrozónium ionban.

A NO és a NO_2 alacsony hőmérsékleten egyesül N_2O_3 -dá, ami kék színű, nem stabilis folyadék:



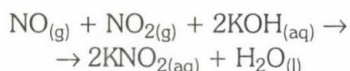
Ha a NO és a NO_2 ekvimoláris összetételű keverékét hideg vízbe vezetik, akkor HNO_2 -vé alakul:



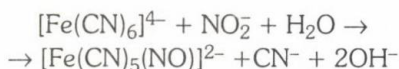
A N_2O_3 a HNO_2 anhidridje.

Még a hideg oldatban is bekövetkezhet a HNO_2 diszproporcionálódása HNO_3 -vá, NO -dá és vízzé.

A nitritek (a salétromossav sói) képződhetnek a NO és a NO_2 1 : 1 arányú keverékéből alkáli fémhidroxidok hatására:



A NO a fémionokkal különböző koordinációs komplexeket képez: nitrozil és nitroxil komplexeket. A vas-nitrozilkomplex a rubinpiros nitroprusszid só: $Na[Fe(CN)_5(NO)] \cdot H_2O$, ami nitrionból és $Fe(CN)_6^{4-}$ -ből képződik:



Ez a komplex diammágneses, az N-O kötés hullámszáma 1935 cm^{-1} , magasabb, mint a NO-ban. Az anion egy lineáris $Fe-NO$ csoportot tartalmaz, és úgy viselkedik, mint a Fe^{II} -nek NO^+ komplexe. A NO egy háromelektronos donor ebben a vegyületben. A NO^+ -nak felel meg a NO-hoz viszonyított nagyobb hullámszám.

A fém-nitrozil komplexekben az NO NO^+ -ként kapcsolódik. Fontosak még a tionitritiek ($RS-NO$), amelyek tiolátokból nitrozóaminokkal (R_2NNO) képződhetnek. A tionitritet kimutatták a vérben és a szövetekben a szállítási folyamatok elősegítésében intermedier terméként, úgy gondolván, hogy szerepük lehet az „élet meghosszabbításának” folyamatában. Ismeretesebb nitroxil-anion (NO^-) komplexek is. Ide tartozik például a $[Co(NH_3)_5(NO)]^{2+}$, amelyben a CoNO csoport hajlított, a CoNO szög 119° . A kobalt Co^{+3} állapotú, a NO pedig NO^- állapotban található ebben komplexben. A NO^- egy egyelektronos donor, a N-O kötés hullámszáma kisebb: 1610 cm^{-1} .

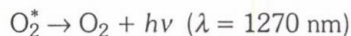
A nitrogén-oxidok szerepe a fotokémiai köd kialakulásában és az ózonréteg pusztulásában

A NO szerepet játszik mind a magaslégköri (sztratoszféra), mind az alacsony légköri (troposzféra) folyamatokban.

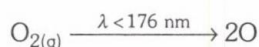
A szuperszonikus repülőgépek növekvő mértékben juttatnak NO-t a magaslégkörbe. Ezen NO az ózonréteg csökkentésében játszik szerepet oly módon, hogy reakcióba lép az ózonnal, reagálva nitrogén-dioxidot és szinglett gerjesztett állapotú O_2^* molekulát szolgáltat:



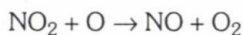
A szinglett O_2^* infrasugárzással alapállapotú O_2 -né alakul:



A magaslégkörben az ultraibolya sugárzás ($\lambda < 176\text{ nm}$) hatására az oxigénmolekulák gerjesztett állapotú oxigénatomokra disszociálnak:



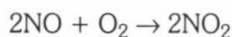
Ugyanakkor az oxigénatomok oxigénmolekulává való rekombinációja hármassütközésben valósulhat meg. Ez viszont a magasléghőmérsékletű alacsony nyomáson (10^{-6} bar) lényegesen kisebb valószínűségű folyamat, mint az O_2 molekulák fotodisszociációja. Ennek megfelelően a magasléghőmérsékletű oxigén döntő részben atomos formában van jelen. Az atomos oxigén az NO-ból képződött NO_2 -dal reagálva a NO-t visszatermeli:



Végeredményben tehát a folyamat úgy tekinthető, mint az ózon NO-dal katalizált bomlása:



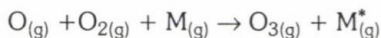
A földközeli légkörben nagy mennyiségben található nitrogén-oxidok, amelyeknek jelentős szerepe van a fotokémiai szmog kialakulásában. Az NO égési folyamatok, döntő részben a robbanómotorok működése során képződik. Az NO szerepe a szmog képződésben alapvetően az alábbiakkal értelmezhető. A NO-t a levegő oxigénje NO_2 -dá oxidálja:



A nitrogén-oxid a napsugárzás hatására disszociál:

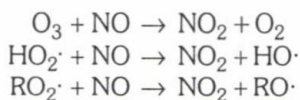


Az atomos oxigén a nagynyomású (≈ 1 bar) levegőben hármassütközéssel ózont képez:

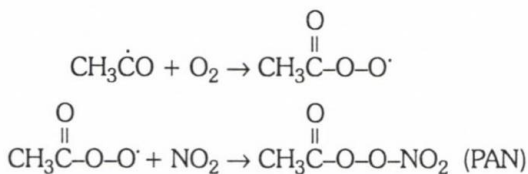


ahol M a légkör valamely komponense (N_2 , O_2 , ...).

Az NO és az O_3 a szennyezett légkör nagy mennyiségben jelenlévő szénhidrogén komponenseivel reagálva különböző gyökös termékeket szolgáltat. E folyamatok során a NO NO_2 -dá oxidálódik:



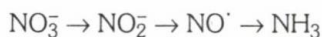
Továbbá a fotokémiai füstköd főkomponenseként peroxi-acetil-nitrát (PAN) képződik:



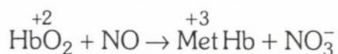
Végeredményben így a fotokémiai szmog legfontosabb irritáló komponense a NO_2 , az O_3 , valamint a PAN.

A nitritek és nitrátok, mint élelmiszer alkotók és adalékok

A nitrátokat a mezőgazdaságban alkalmazták műtrágyaként. A talajban, s így a növényekben is feldúsulhat a nitrát mennyisége. Az ilyen táplálék különösen veszélyes lehet a csecsemők számára, mert a szervezet denitrifikáló enzimejei (nitrátreduktáz, nitritreduktáz) hatására többlépéses folyamat során NO képződik:

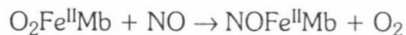


A képződő NO a vér oxihemoglobinjával reagálva metahemoglobint képez:



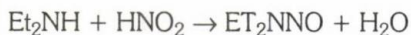
A Fe^{+3} metahemoglobin nem képes oxigén szállításra, így csökken a vér oxigén szállító kapacitása. A csecsemők és a kisgyermekes esetében a NO_3^-/NO_2^- tartalmú élelmiszerek kiválhatnak egy oxigénhiányos állapotot, amit metahemoglobémiának nevezünk. (Hasonló módon kapcsolódik a hem-hez a CO molekula is).

A nitriteknek és nitrátoknak jelentős felhasználási területe a húsiparban van. A húrok színe nitritek és nitrátok hiányában megbarnul, mert a NO a mioglobinhoz kapcsolódva gátolja az oxidációt:



A nitrátokat és nitriteket pácolószerként alkalmazzák a húrokra. A nitrosomioglobin képződésén keresztül megőrződik a húrok vörös

színe. Ugyanakkor problémát jelent, hogy a pácolt készítmények főzése, sütése során a nitrosomioglobint, illetve a nitritek aminosavakkal reagálva erősen karcinogén hatású nitrosoaminokat képezhetnek, például:



A nitrosoaminok erőteljesen karcinogén hatású anyagok, mert erőlyes alkilezőszerek. A DNS-t alkilezve a hidrogénhidak blokkolódnak, a kettős spirál széttékeredik indítójelet adva egy hibás átíráshoz.

Emellett a nitriteknek jelentős konzerváló hatásuk is ismert, mivel részlegesen meggátolják az ételmérgezéseket okozó clostridium botulium szaporodását úgy, hogy a vas-kén enzimekkel, mint például az elektronátvivő fehérjével, a ferredoxinnal a NO nitrosokomplexet képez, és így megakadályozza a működését. A nitritek megengedett napi adagja a testsúlytól függően 5-10 mg. Bár használatuk engedélyezett, mégis vitatható. Ugyanis a tápcsatornában a nitritek átalakulhatnak nitrosoaminokká. Ez különösen a gyomorban lehet jelentős, mivel a nitrosoamin-képződés protonkatalizált folyamat.

Előfordulhat, hogy a gabonafélék egy olyan penészgombával szennyezettek, ami nitritek jelenlétében képez nitrosoaminokat. Ennek a folyamatnak tulajdonították a Linzianban (Kínában) élő emberek nyelőcsőrákját. A zöldségeket és a kenyeret ugyanis heteken át savanyították vízben, ami nagyobb mennyiségben tartalmazott nitrít és nitrát ionokat, így lehetőség volt a nitrosoaminok kialakulására. Ezt bizonyítandó, izolálták a zöldségekből a diamágneses Roussin-észtert $[\text{Fe}_2(\text{SMe})_2(\text{NO})_4]$, s bár ez nem rákkeltő, de segítheti más karcinogének kialakulását.

A nitrogén-monoxid értágító és izomlazító hatása

Az orvosi gyakorlatban a nitrogén-monoxidot generáló vegyületeket (nitroprusszidnátrium, nitroglicerint stb.) sikerrel alkalmazzák értágítóként magas vérnyomás esetén. Először

Brunton alkalmazta 1867-ben, majd a későbbiekben feljegyezték, hogy olyan asszonyoknak, akik az első világháború alatt robbanószereket csomagoltak, abnormálisan alacsonnyá vált a vérnyomásuk. Ezek a szerek a véredények tágulását, a sima izomszövetek ellazulását eredményezték, csökkentve a vérnyomást. Ma már általánosan elfogadott tény, hogy a legtöbb értágító a NO képzésével szabályozza az izomelernyedést, ami egy NO^+ tartalmú értágítót szolgáltat, ami a guanilcikláz enzimet aktiválja. Ez az enzim tartalmaz egy vas-hem komponenst, ami meghatározza a folyamatot. A hemvashoz kötődő NO hatására a közeli hisztidin ligandum lekapcsolódik, ennek következtében lehetővé válik a szabad imidazol bázis katalízise, illetve bekövetkezik a vas-imidazol kötés szakadása következtében az enzimkonformáció változása. Mindkét úton az enzim aktiválja a guanosin 3',5' monofoszfát termelődésének növekedését, ami fokozza a közvetítő (glutámát) felszabadulását, ami értágító hatást vált ki.

Eleinte megdöbbenő volt az az elképzelés, hogy az endoteliális eredetű relaxációs faktor a NO, de a kísérletek ezt valószínűsítették. Ennek a lényege az volt, hogy L-arginin hiányos endoteliális sejteket végállású ^{15}N -t tartalmazó L-arginin tápoldatban tenyésztettek. A tenyészetet bradikininnel serkentették, ennek eredményeként ^{15}N képződött. Ennek megfelelően a NO in situ képződve egy természetes átvivőként jelenik meg, és szabályozza a vérkeringést, az érfal elernyedését.

A NO létfontosságú az idegeket, izmokat, vérnyomást érintő komplex folyamatokban, nyugtatja a belek izmait, hogy az étel továbbjuthasson az izmok összehúzódása és elernyedése által.

A nitrogén-monoxid szintézisét felfedezték a lópatkórakoknak és a vérszívó poloskákknak a vérsejtjeiben is. A poloska nyálmirigyében van egy értágító, ami megköti a NO-t, ami segíti a poloskát, hogy emberi vérből tudjon táplálkozni. A NO-t előállítja még a muslinca, a csirke és a kagyló is.

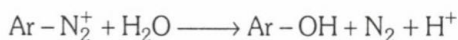
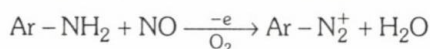
A nitrogén-monoxid szerepe az idegrendszer károsodásában és az érgörccsel, az agyvérzéssel szembeni védelemben

A NO kapcsolatban állhat különböző idegrendszeri károsodásokkal, az agyvérzéssel. Az agyi károsodás agyvérzés esetén úgy tűnik, hogy nagy tömegű glutamát kibocsátás eredménye, ami a NMDA (N-metil-D-aspartate)-on keresztül hatva valamilyen módon túlingerlést okozva az agyhalálhoz vezet. Az a NO, amelyik a glutamát neurotoxikus hatását közvetíti, nagy mennyiségben keletkezve okozza az agyhalált. Lipton elképzelése szerint a NO-nak ez a neurotoxikus hatása abból származik, hogy a NO reakcióba lép a szuperoxid anionnal (O_2^-), ami peroxidnitritet képez, ami egy idegméreg.

Néhány tanulmányban ugyanakkor feltételezik a NO idegvédő hatását is. Lipton szerint a NO NO^+ ion formájában reakcióba lép az NMDA receptor tiol csoportjával, gátolva az ingerátvitelt. Jelenleg is komoly kutatások folynak a NO szintézisét akadályozó, az agyvérzést meggátló gyógyszerek kifejlesztésére. Úgy gondolják, hogy bizonyos ideg- és elmebetegségek, mint például a Huntington's kór, vagy a Parkinson kór is a NMDA receptorok túlzott stimulációján alapszanak. Ilyen megfontolásokat alkalmaznak ezek gyógyszereinek kutatásában is.

A nitrogén-monoxid szerepe a fejlődési rendellenességek és a rák kialakulásában

Néhány emberi fejlődési rendellenesség és a rák kialakulását összefüggésbe hozzák a DNS dezaminációjával. Az aminocsoport közvetlen hidrolízise energetikailag nem kedvező. Ugyanakkor bizonyos anyagok elősegíthetik ezt a reakciót. Ilyen vegyület lehet a sejtekben keletkező, légszennyezőként előforduló, a dohányfüstben lévő NO. Ennek megfelelően NO hatására az élő szervezetekben a DNS károsodhat. Ezek ismert kémiai reakciók:

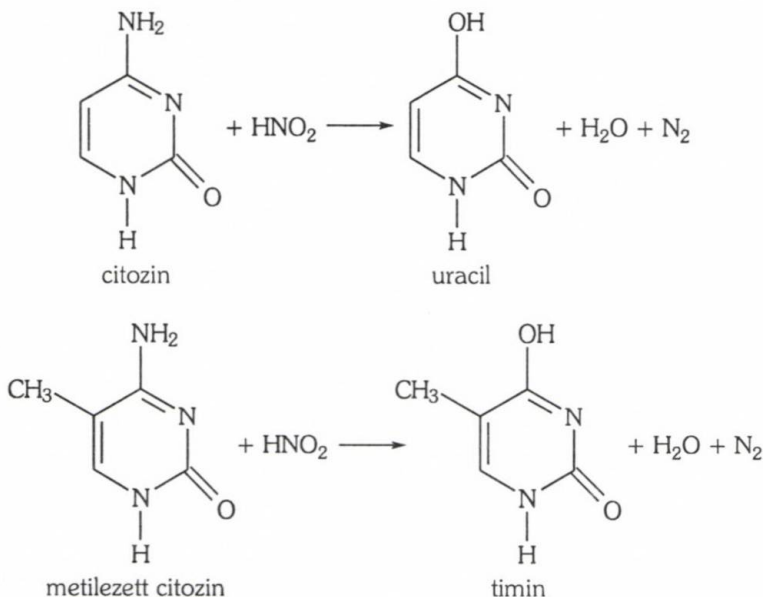


(Ar = aromás)

Hasonló reakció következik be a citozin bázisban, miközben uracillá alakul, vagy a metilezett citozinban, miközben timinné alakul.

Mivel ezek értelmes nukleotid bázisok, tartós mutációkat hoznak létre a DNS-ben, mert a javító enzimszisztéma nem ismeri fel őket. Ezek a reakciók helyrehozhatatlan hibákat, károsodásokat eredményezhetnek.

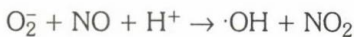
Nagyon érdekes azt is megjegyezni, hogy bizonyos esetekben a NO-nak tumorellenes



hatása is lehet. Ennek a következő lehet a mechanizmusa.

A fehérvérsejtek, amik makrofágként ismeretese, NO-t állítanak elő megvédve a szervezetet a mikroorganizmusoktól és megtámadva a rákos sejteket. Ez akkor történik például, amikor jelzéseket kapnak a baktériumok liposzaharidjaitól, vagy az immunsejtekből származó interferontól.

A NO antibakteriális hatása úgy értelmezhető, hogy a szuperoxid ionokkal reagálva sejtölő hidroxigyököket és NO_2 -ot szolgáltat:



Az NO rákellenes hatása úgy érvényesül, hogy betámad a DNS szintetáz enzim vas centrumára, és ezzel meggátolja a DNS szintézisét, és ezen keresztül a sejt szaporodását.

A nitrogén-monoxid szerepe a hosszú távú memória kialakulásában

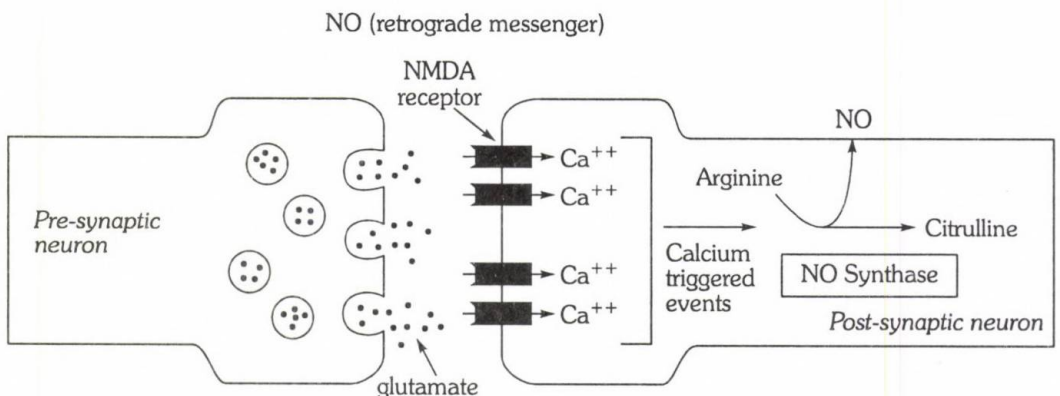
A legújabb kutatások azt feltételezik, hogy a NO-nak szerepe van a hosszú távú memória (LTP = Long-term potentiation) megőrzésében.

Azok az átalakulások, amelyek megőrzik a hosszú távú memóriát a sinapsisban (két idegsejt találkozási pontja az agyban) mennek végbe. Ez az a pont, ahol a jelek átlépnek az egyik idegsejtől a következőbe.

A kérdés a kutatók számára az, hogy a végbemenő változás helye abban a sejtben van, amelyik küldi a jeleket (pre-sinaptikus neuron), vagy pedig abban a sejtben, amelyik a sinapsison keresztül fogadja azokat (post-sinaptikus neuron). A legújabb elmélet az, hogy az üzenetet fogadó idegsejt küld visszafelé hírvivőt a küldő sejtnek, amivel megerősíti a kapcsolatot közöttük így járulva hozzá a hosszú távú memória kialakulásához. Van néhány bizonyíték arra, hogy a nitrogén-monoxidnak kulcsszerepe van az ismeretek tárolásában az agyban: esetleg ő lehet a „visszafele hírvivő” (retrograde messenger). A NO-nak megvan az a képessége, hogy kis molekula lévén áthatol a sejt-falon, változtatja a polaritását, és gyors folyamatban megkötődik hatást gyakorolva a glutamátciklázra és az ADP ribosiltranszferázra.

Az LTP akkor lép működésbe, amikor az idegsejt számos egyidejű jelet kap. A jelek kiváltják az L-glutamát receptorok egy csoportjánál a Ca^{++} sejtbebocsájtását. A kalcium hozzá léte a sinapsisok-közvetítette jel megerősítését. Ez teszi lehetővé a fogadó sejtnek a következő jelhez képest megnövekedett választ. A NO úgy viselkedik, mint egy hírvivő, ami a befogadó sejtől visszamegy a küldő sejtbe (pozitív visszacsatolás) a küldőt nagyobb kibocsájtásra készítetve.

A NO-t előállító enzim szintézise akadályozva van akkor, ha az agyszövetek hemoglobinnal telnek meg (pl. agyvérzés esetén). A he-



A NO szerepe az LTP (hosszú távú memória) kialakulásában

moglobin ugyanis nem tud áthatolni a sejtfalon, hanem a sejten kívül megkötö a NO-t. A nitroprusszid só egy olyan összetételű vegyület, amelyik NO-t tud kibocsátani, és így erősíti a színtartósító áramlatot csökkentve az agyvérzés hatását.

A kutatások egyértelműen kimutatják, hogy az L-arginin guanidin részének végén lévő N atomok azok, amelyekből a NO képződik.

A pontos folyamat, ami által a NO keletkezik, nem ismert. Különböző feltételezések vannak erre vonatkozóan.

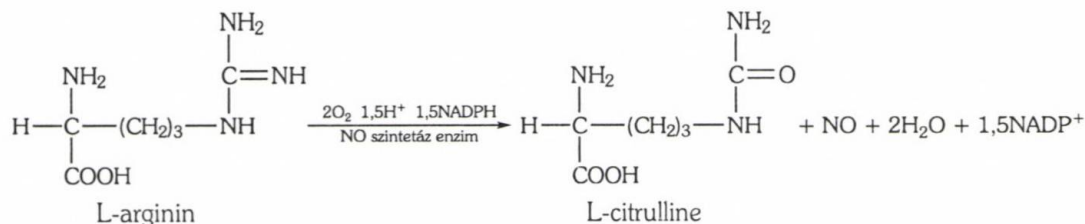
Az egyik elmélet az, hogy a dezamináció NH_3 kialakulásához vezet, ami NO-dá oxidálódik és L-citrullin is keletkezik.

Egy másik feltevés szerint az L-arginin guanidin csoportjának végén lévő N atom oxidálódhat oxigén gyökök vagy lipidperoxidok enzim szabályozott reakciójában. Az aktivált makrofágokban lejátszódó NO szintézis más sajátosságokkal rendelkezik, mint az agyi neuronokban végbemenő folyamat. Az első a Ca-tól és calmodulintól függetlenül funkcionál, viszont erre szükség van az utóbbiban. Az agy ideg-

sejtjeiben a sejten belüli Ca^{++} szint növekedését követően a calmodulin (Ca^{++} kötő fehérje) kapcsolódik az NO szintetáz enzimhez. Ez elindítja a NO termelődését. Az arginin guanidin N-jének ötelektronos oxidációjával ezt elősegítik a NADPH (nikotinamid adenin dinukleotid foszfát) és egyéb segítő faktorok.

Egy oxigénmolekula hozzákapcsolódik a Fe(II)-hez, és miután egy elektron transzferálódik a NADPH-ból a hem-be, az O–O kötés szétszakad úgy, hogy az egyik O atomja beékelődik az arginin egyik végállású NH kötésébe. A vas Fe(II)-vé való redukciója után egy második oxigénmolekula kötődik, és ez a species mint oxidálószer eltávolít egy elektront a N hidroxilargininről létrehozva egy peroxo-vas speciést és egy hidroxilarginin gyök kationt. A peroxo-vas támadása a guanidin csoport szénén végül is L-citrullin és NO keletkezését eredményezi, valamint víz képződik. A fennmaradó oxigénatomokból víz keletkezik.

Ezeket az elméleteket a tudomány még nem bizonyította egyértelműen.



Irodalom

- [1] P. Karlson: Biokémia (Medicina Bp. 1972)
- [2] Dr. Ábrahám S. – Dr. Oláh B.: Biokémia I.-II. (Veszprémi Egyetemi Kiadó 1995-1996)
- [3] S.H. Atlasz Kémia (Springer Hungarica Bp. 1995)
- [4] Straub F. Brunó: Szerves kémia (Medicina Bp. 1961)
- [5] Dr. Nyilasi János: Általános és szervetlen kémia (Tankönyvkiadó Bp. 1972)
- [6] Eric W. Ainscough, Andrew M. Brodie: Nitric Oxide - Some Old And New Perspectives (Journal of Chem. Educ. 1995. aug. 686.)
- [7] R.J.P. Williams: Nitric Oxide in Biologia (Chemical Society Reviews, 1996)
- [8] Anthony R. Butler, D. Lyn H. Williams: The Physiological Role Of Nitric Oxide (Chem. Soc. Review, 1993)
- [9] N.N. Greenwood, A. Earnshaw: Chemistry of the elements (Pergamon Press 1989)
- [10] Papp Sándor: Szervetlen kémia II. (Tankönyvkiadó Bp. 1983)



A 16. Kémiaoktatási Világkonferencia és a XIX. Magyar Kémia tanári Konferencia jogutódjaként Kémia tanárok Nyári Országos Továbbképzése

„Kémiával az egészséges bolygóért”

rendezvényre kerül sor Budapesten 2000. augusztus 5 (szombat) – 10. (csütörtök). A konferencia helyszíne:

**Eötvös Loránd Tudományegyetem
(Budapest, Pázmány sétány 1/A.)**

Levelezési és beküldési cím:

**Magyar Kémikusok Egyesülete
1027 Budapest, Fő u. 68.
Tel.: (1) 201-6883**

A regisztrációs lapok beküldési határideje:

2000. február 29.

Részvételi díj:

20 000 Ft, mely tartalmazza a regisztrálást, az ebédet, a különjáratú autóbuszokat és a társasági programokat is.

A „Kémia tanárok Nyári Országos Továbbképzése” programot az Oktatási Minisztérium jóváhagyta, felvette a pedagógus-továbbképzés rendszerébe, és az alapítási engedélyt kiadta. Az alapítási engedély nyilvántartási száma:

T300730-1219/1999.

A továbbképzésen résztvevők juttatásairól és kedvezményeiről szóló 277/1997. (XII. 22.) Korm. rendelet alapján a részvételi díj kifizetéséhez a munkáltató 80%-kal hozzájárulhat a központi költségvetés által biztosított keretből.

A továbbképzés plenáris és vitaindító előadások, szimpóziumok, műhelyek és posztterek formájában angol és magyar nyelven folyik (az igényeknek megfelelően szinkrontolmácsok segítségével).

„Azért szeretem a kémiaórát, mert jól meg-
értem a feladatokat.”

Antal Sándor
7. oszt. tanuló, Vágás

Dr. Szalay Tibor

Visszhang, avagy gondolatok a természettudományi szakmódszertanosok 1999. évi, 3. országos debreceni találkozója nyomán

Nagy érdeklődéssel vártam a **természettudományi szakmódszertanosok 3. országos találkozóját**, amelyre 1999. október 27-29-én került sor Debrecenben. Várakozásomban nem csalódtam, sőt az ott hallottak érlelődő gondolataimmal interferálni látzanak, ezért törekszem most – mint kémikus – minderről itt beszámolni.

A szépszájú résztvevővel megtartott és sikeres rendezvény méltó indulása volt a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karának 50. éves jubileumi ünnepi megemlékezéseinek. Úgy gondolom, hogy plenáris előadásaikban Beck Mihály akadémikus elsősorban kémiai oldalról, Pálinkás József pedig az OM államtitkáraként általában, de talán ő is inkább, mint fizikus tudta megfogalmazni azt a nagy kihívást, amit egyrészt a *felgyülemlett természettudományos ismeretanyag célba érő oktatása*, másrészt a valóban korszakváltást előidéző információs robbanás **együttesen** jelent. Az államtitkár előadásának központi gondolata az volt, hogy a modell- és képalkotásnak *mindig kiemelkedő szerepe* volt az ismeretek szerzésében, közlésében és befogadtatásában, aminek jelentősége napjainkban tovább fokozódik. Hiszen az elektronikus információs eszközök,

illetve módszerek kiteljesedése szinte beláthatatlanul sokszínű, és széles körű lehetőséget teremt és sugall a természettudományos ismeretek és eredmények bemutatásához, valamint megértetésében. Úgy gondolom, hogy ennek minél teljesebb kidolgozásában („kiművelésben”) és megvalósításában meghatározóan fontos, **kulcsszerep vár a szakmódszertanosokra**. E felismerést követően kézenfekvő, hogy számukra **az illetékes döntéshozóknak a jelenleginél sokkal kedvezőbb feltételeket kell teremteniük**.

Fontos ezt hangsúlyozni, mert gyermekeink egyre bővülő ismerethalmazának döntő hányadát (korábbi becslések szerint 70%-át!) egyre inkább nem az iskolákban szerzik, és ráadásul – nagyon sajnálatosan – **válogatás nélkül**, ami rendkívüli veszélyt hordoz magában, mert ennek következtében az újabb és újabb generációk számára egyre **nehezebbé válik az eligazodás, vagyis az oktatási rendszer eredeti célkitűzése megkérdőjeleződik**. Hogyan várható majd el a válság nyomán a differenciálni tudás, vagyis a jó és a rossz, a hasznos és káros ismeretek vagy nézetek megkülönböztetése, a lényegesnek az elválasztása a lényegtelenektől, azaz hogy a *jövő embere* – a jelenleginél sokkal

inkább – **kellő kritikával fogadja az újabb és újabb információkat**, vagy netán az eleve megtévesztés szándékával közzétett propagandát (l.: „profi p.r.-tevékenység”, ugyan miért és mitől profi az a reklám, amelynek célja a becsapás, az „átverés” és megtévesztés?!).

Ráadásul mindenki érzékelheti, hogy az oktatásra kiheverhetetlen csapást mért az ötnapos munkahét bevezetése, illetve a még korábbi ötperces órarövidítés (amit aztán még „megfejt” a szaktantermekbe való átvándoroltatás, az átvánszorgás! Gyakran és sok helyen ez utóbbi a feltételek hiányában többnyire még értelmét is veszítette.) A pedagógusok körében közismert, hogy az oktatásra fordítható tényleges idő soha nem öt nap, illetve 45 perc. (Pl.: Az egyetemeken – a vidékiek hazautazása miatt – a hétfő és a péntek soha nem lehet teljes értékű. Ráadásul az egyéb, de mégis fontos tevékenységek végzésének a lehetősége is heti 3-4 napra korlátozódott, ami még tovább rontja az (abszolút) idő-kihasználási tényezőt, vagyis a tanulásra fordítható idő lényegesen lerövidült. Nem is beszélve a sokszínűvé és sokrétűvé vált szórakozási, sportolási stb. lehetőségekről, amelyek csábító hatása sem elhanyagolható. Komoly elhivatottságot kell éreznie annak, aki e sok-sok buktató ellenére is képes célba érni. (A most 'emésztésre bedobott' „40 perces órák” tartása lehetőségének a valóraváltása pedig még tovább ronthatja az oktatás helyzetét, ha egyáltalán lehet még rontani azon.)

A válságból kivezető utak egyike lehetne, ha pl. komolyabban vennék és sokkal nagyobb és hatásosabb kritikával fogadnák és véleményeznék a pedagógusok (is) az információs hálózatok (tévé és internet) tartalmi és képi „nemkívánatos szolgáltatásait”. Továbbá, ha az oktatás sokkal nagyobb mértékben és tervezetten (tantervszerűen) építene az elektronikus médiára. Ugyanis a vázoltak miatt a jövőben még inkább tekinthetjük majd zártnak, illetve lezártnak az iskolai és főiskolai képzést. (Jólle-

het, a NAT és a javító szándékú kerettanterv is – nyilvánvalóan akaratlanul – ennek a „rabságáról”, mint valamiféle csapdáról árulkodik). Következésképpen – amint azt plenáris előadásában Beck professzor többek között kiemelte: *nem a vagyot, hanem az ést* kell hangsúlyozni, azaz az ismeretanyag és a befogadási készség együttes elsajátítására kellene törekedni, *mi közben az ösztönös gondolkozást tudatosáá kellene alakítani és fejleszteni*. Hiszen egyre kilátástalanabb az a küzdelem, ami pl. most éppen a természettudományos ismeretek közlésének a keretéért (óraszámáért) folyik, ráadásul méltatlan módon az érdekek szembeállításával, a döntést „a lobby”-kra és esetleg az éppen túlsúlyba kerülő, netán uralkodó nézeteket vallókra bízva azt.

Jóllehet, számunkra is elfogadhatatlan az, ami pl. „a fejlett nyugaton” is már egyre nyugtalanítóbb, vagyis hogy a közösségek jelentős hányada (mintegy 20 %-a) leszakad, és ez egyre elviselhetetlenebb tehertétellel válik a társadalom egésze számára. Ha az oktatás vázolt válságából nem sikerül kilábalni, akkor **ez a leszakadás már az iskolákban elkezdődik...**

Az oktatás és az ismeretközlés „Bermuda-háromszögei”

Hiszintatérve a konferencián tapasztaltakra: **H**a korunkra jellemző és igen sajnálatos érértéktévesztés és -vesztés mintegy ellensúlyozásaként, jó volt megfigyelni, illetve tapasztalni azt a felelősségtudatot, amit az előadások és a hozzászólások tükröztek, és ami mindenekelőtt az előadók, vagy megszólalók felkészültségéből és az oktatott tárgyak jövője iránt érzett aggodásból fakadt. Ki-kikereste és törekedett felvázolni a kiutat, amelyen haladva feloldhatjuk a következőkben részletezett ellentmondásokat.

Úgy gondolom, hogy pl. a Tóth Zoltán által bemutatott „Bermuda-háromszög” nemcsak

a kémia oktatására jellemző negatívum, hanem az információáradat ellenére is információhiányban szenvedő társadalmunk egészére is veszélyes fejlemény. (Talán a legszembetűnőbb ez „a média”-ban, ahol rendkívül káros és beláthatatlan következményekkel jár az, amikor a szavak és tudományos fogalmak eredeti jelentését misztifikálva a természettudományok eredményeivel és fogalmi rendszerével visszaélnék. L. pl.: a csodákra képes „bioenergia”, az „auralátás” vagy egy kuruzsló érvelése: csodaszerének azért „nincs mellékhatása, mert nem gyógyszer”, visszaélés a becsapásokra kieszelt „mágnesezett víz” fogalmával és „a plazmásított víz”-zel, és az újabb „cseppenkénti siker” „a víz visszaásványosítása” /='reminarizálás', csodátévő cseppekkel. L.: *Tallózó*” c. hetilap 99. évi október 21-i, 42. száma, 207. oldalán a Crystal Institute Kft. hirdetése „a bioelektromosan aktív, remineralizált víz”-ről/. Sajnálatosan, a riasztó példák szinte végtelenül sorolhatók.)

Az itt csak egyetlen, de jellemző példaként kiemelt – az előadó által igen jó érzékkel megválasztott – *figyelemfelkeltő* címmel exponált problémának a mélysége és megértése nemcsak a kémikusok számára, hanem szélesebb körben is kézenfekvő: a *Mendelejev* által felismert **elemek** periódusos rendszere a tankönyvekben többnyire összerosódik az **atomok** elektronszerkezete alapján értelmezett változatával, az atomok *periódusos rendszerével*. Ezen belül az egyik kiemelt példa a *vas*, amit a makroszkóposan megfigyelt, illetve megmért vagy meghatározott fizikai és kémiai tulajdonságaival jellemzünk, amelyek segítségével aztán bármikor azonosítani is tudjuk az anyagokat általában. A makromennyiségű *vas* relatív móltömege 55,85 g, amely anyagmennyiség $6,02 \cdot 10^{23}$ db vasatomnak (Fe) felel meg. A fogalmakkal még csak ismerkedő diák számára azonban a *három fogalom együtt és egyszerre* csaknem áthidalhatatlan nehézséget jelenthet, mert a *vas*, az *Fe* és az irgalmatlanul

nagy szám, az *Avodaro-állandó* nem azonos szintű kategóriába tartozik, ezért nem is kézenfekvő mindegyik, vagyis valamiféle „Bermuda-háromszög”-et alkotnak. (A hajó és repülőgép katasztrófákról elhíresült területen, a „Bermuda-háromszög”-ben a hajók elsüllyedését a tengervíznek lég /= gáz/ -buborékok intenzív képződése miatt bekövetkező sűrűségcsökkenésével értelmezték. A diák hajó módjára merül el a többszintű fogalmak misztikumában?)

Az ezredforduló nagy és feloldandó ellentmondásai

Az emberiség immár a sokadszorra megjövendőlt veszébe halad, de talán a huszadik század hozta és hordozza magában még inkább a *végleges kipusztulás, az elmúlás veszélyét* a maga súlyosbodó energiaellátási, élelmezési és környezetártalmi problémáival.

Jóllehet, a *tudomány és technika fejlődésével az emberi életmód és életkor soha nem gondolt mértékben feljavult és meghosszabbodott, de ennek ára van: az energia- és nyersanyagforrások kimerülőben vannak*. A Föld kezd túlnépesedni, mégis részben a jólét, ám sokszor a pazarlás is nyilvánvaló, miközben jelentős részben (pl. Afrikában, de a fejlett országokban is, a leszakadt és a társadalomból kiszoruló „lumpen elemek” körében) fokozódik az ínség és a nyomor, a régi (pl. rák, tbc) és az újabb (AIDS, valamint más vírusok okozta) betegségek szinte visszaszoríthatatlan terjedése, a katasztrófák (földrengések, árvizek) az atomenergia békés (és sajnos esetleg még a katonai) felhasználásának veszélyei is mind-mind **figyelmeztető jelek** lehetnek. Mind emellett **a modern társadalom fenntartása** (szervezése, irányítása, szabályozása és ellenőrzése) **egyre költségesebbé válik**, miközben a hatalmat megragadók és fenntartók visszaélése egyre inkább tettenérhető, sőt csaknem kézenfekvő, vagyis nyilvánvaló ma már.

A vázolt ellátási problémák ellenére a világ túltermelési válságban szenved. Miközben az energiát és a nyersanyagokat pazarlóan fogyasztjuk, óriási mennyiségben halmozódik a hulladék, ezért is **végveszélyt jelenthet a fokozódó környezetártalom**, aminek egyik következménye az üvegházhatás, a másik pedig az újabb és újabb betegségek megjelenése és elterjedése. Kétségbeejtően terjedőben van a drogfogyasztás, a dohányzás és a mértéktelen italozás.

A gazdaságtalanná váló emberi munkaerő kizorul a termelésből. Ehhez társul még, hogy **az értékteremtő munka és a tényleges érték forrása, a felhasznált anyag, vagyis a késztermék egészének az előállítási ára fokozatosan és viszonylagosan „visszaszorul”**, ugyanis állandóan csökken részaránya a kereskedelmi vagy forgalmi árban. (L. pl.: a kenyér kereskedelmi árában ma már nem a liszt és a nyersanyagok összes költsége a meghatározó, a benzin árának pedig több mint felét az adók és egyéb járulékos költségek teszik ki. Hiába hirdetik („deklarálják”) pl. az általános iskolai tanulást ingyenesnek, a tanulással járó tényleges költségek egyre szélesebb körben lesznek megfizethetetlenek. Hol húzhatók meg manapság a „hátrányos helyzetű”-ek határvonalai?)

A munkából kizoruló, vagy a költséges és esetleg céltalan, vagy netán értelmetlen képzés miatt munkába sem, vagy megkésve állók hada bővül, vagyis **az emberi boldogulás előfeltétele, a munka sokak számára elérhetetlenné válik**. A munkanélküliek, az unatkozó és boldogtalan emberek száma egyre növekszik, ezért a harmonikus társadalom léte és maga a fennmaradás is veszélybe kerül. Mi a kiút a súlyosbodó problémákból?

A konferencia tanulsága és résztvevőinek egyértelmű válasza: **az oktatás és az ismeretterjesztés megújítása a huszonegyedik század egyik első és halaszthatatlan fel-**

adata. El kell érni, hogy ne az unalom váljék uralkodóvá, hanem a harmonikus emberi lét, az egészséges életvitel. Ne tegyék a különféle környezetszennyezések és a szeméthalmazok elviselhetetlenné életünket. Ne váljanak uralkodóvá az emberi leépüléshez vezető szenvedélyek, és a tudomány eszközeivel szabjunk gátat a betegségek terjedésének! *Helyre kell állítani az értékrendet. Mindez álom marad, ha az oktatás és a tudomány nem kapja meg a megújuláshoz a megfelelő anyagi és erkölcsi támogatást és elismerést.*

Tudomány-e a szakmódszertan?

Az elhangzott előadások és hozzászólások számos sikerről, kézzelfogható eredményekről tanúskodtak. Mégis felemásnak vélhető a benyomás, amit a résztvevők érzékelhettek, illetve az, amit végül is tanulásként levonhattak. Ugyanis az eredmények mellett és ellenére a természettudományi szakmódszertanosok valamiféle relatív elnyomorodására lehetett következtetni. Úgy tűnik, hogy csak „véletlenszerűen” alakult ki az a háttér, amely az adott esetekben sikeres vagy kevésbé sikeres tevékenység végzését tette vagy teszi lehetővé. Kizszorulóban vannak a szakmódszertan iránt elfoglaltak és elkötelezettek. Aligha volt érzékelhető, hogy az egyes szakterületeken létezik valamiféle összehangolt, országos elképzelés vagy koordináció. Van-e ösztönzés és megfelelő anyagi háttér pl. a felsőoktatási szakmódszertan fejlesztéséhez, megerősítésére? Természetesen fontosak ezek az országos találkozók, mert valamiféle tükröt mutatnak az érdeklődőknek. Kiki okulhat az elhangzottakból, de kérdés: eljutnak-e a tanulások a döntéshozókhoz, akiknek módjukban lenne a szakmódszertanosok sorsát és jövőjét kedvezőbb helyzetbe hozni. **Országos érdek lenne pedig, hogy az oktatás e törzskarára nagyobb figyelmet fordítsanak.**

Többek között pl. el kellene ismerni, és intézkedésekkel kellene alátámasztani, hogy pl. az *e tudományterületen végzett munka és kutatás is lehet tudományos*.

Aligha szükséges tovább bizonygatni az oktatás kiemelkedő fontosságát és rangja visszaállításának elodázhatatlanságát, mert mindenkinek érzékeltetni és látni kellene azt a fejlődés következtében kialakult nagy nyomást (elvárás!) is, amelyet az *e területen dolgozók éreznek*, annak érdekében, hogy a hangsúlyozott kihívásnak a pedagógusok sikerrel telessenek eleget. *Az oktatás mindig is fontos közérdek volt, de most az ezredfordulón aztán még inkább azzá vált.*

A társadalom egésze számára jelent veszélyt, ha az oktatás vázolt válsága és ennek egyik forrása, az *alulértékelttség megmarad*. (Ezen belül a szakmódszertan és annak művelői vannak talán a legkevésbé kedvező helyzetben.) Noha az ugyancsak vázolt sok-sok ellentmondás feloldásához elengedhetetlen követelmény, hogy az értékrend helyreálljon, aminek – sajnos immár – a reménye is a 21. századra húzódik át. Társadalmi érdek lenne tehát, hogy az oktatás és az oktatók a kialakult óriási elvárásnak eleget tudjanak tenni. Ennek érdekében felül kellene vizsgálni ezt a sajnálatosan rosszul alakult (esetleg fel sem ismert, vagy be nem vallott, de mégis tetten érhető) szemléletet. Következésképpen a felsőoktatásban méltó helyzetbe kellene hozni a most túlkörbe került szakmódszertant, hogy az elvárt társadalmi megújuláshoz az oktatás és ismeretterjesztés tartalmilag és formailag is megfeleljen.

Összefoglalás

A természettudományi szakmódszertanosok 3. országos (debreceni) találkozója „visszhang”-jában arra következtettünk, hogy az iskola ma már nem tud eleget tenni a rendeltetésének és „a természetes elvárásoknak”, ti., hogy keretében az egyén önmagát és a környezetét megismerje, hogy el tudjon igazodni bonyolult és ellentmondásokkal terhelt világunkban. Ki-ki megtalálja helyét és boldogulását a világban. Az oktatás válságban van. A kiúthoz lazítani kellene a merevvé vált (zártnak tekintett) iskolarendszert, nyitottabbá kellene tenni (ténylegesen is) a képzést és az önképzést. Jobban és tartalmasabban kellene illeszteni pl. a telekommunikációs eszközöket és rendszereket az iskolai és egyetemi képzéshez. A jövőben valóban a tudás legyen objektíven értékelve függetlenül attól, hogy erre milyen módon tett szert bárki is, vagyis ne a formát, hanem a tartalmat tekintsük elsődlegesnek. Ennek elemei már megvannak, de ne azért düljön a küzdelem, hogy ki birtokolja a képernyőt és telekommunikációs hálózatot általában, hanem hogy mire használják, valamint hogy a társadalom egésze és konkrétan pedig egyes rétegei számára mennyire hasznosan. Ne politikai manőverezés szinterei legyenek a kuratóriumok, hanem a tartalmi és tényleges felügyeleté, az ellenőrzése. Ehhez pedig mindenekelőtt sokkal nagyobb anyagi támogatást és erkölcsi megbecsülést kellene nyújtani mindenekelőtt az oktatáshoz és az ismeretterjesztéshez, mint ami manapság tapasztalható, illetve már szinte „kétségbeejtő”.

„Azért szeretem a kémiaórát, mert sok jót csinálunk (kísérletezünk, feladatokat oldunk meg).”

Tóásó László
7. oszt. tanuló, Vágás

Továbbképzés kémiatanároknak Székelyudvarhelyen

Tkvözi továbbképzésen vehettek részt – a Romániai Magyar Pedagógusok Szövetsége és a Hargita megyei „Apáczai Csere János” Pedagógusok Háza szervezésében – az erdélyi kémiatanárok 1999 októberében Székelyudvarhelyen az Eötvös József Mezőgazdasági Szakiskolában.

Ennek megrendezésére a HTMSZ és a MKM támogatásával került sor. Az előadók a szegedi JATE oktatói voltak. A 45 órás foglalkozás környezatkémiai, szerves kémiai, valamint tanításpedagógiai témában folyt.

Az első témában dr. Kiricsi Imre professzor és dr. Halász János docens előadásai hiánypótló ismereteket nyújtottak, mert hiába hangzott el nálunk is sok fórumon a környezetvédelem fontossága, ilyen célirányos és hatékony tudományos ismeretközlésnek eddig e témában még nem voltunk részesei.

Dr. Molnár Árpád professzor szerves kémiai előadásában az izomériára vonatkozó ismereteinket rendszerezte, és betekintést nyújtott a szabadgyökök világába, valamint a kombinatórikus kémiába is.

Élményt jelentettek dr. Adamkovich István és Kószó Katalin tanárok szak módszertani előadásai és gyakorlati foglalkozásai. Ezeken szó volt a tanulóközpontú tanítási módszerek (csoportmunka, modellezés, kísérletezés, projekt módszer) alkalmazásáról, amelyek a kémiatanításban nélkülözhetetlenek. Megtapasztalhatuk a mikrotanítással (videofelvétel segítségével) történő tanári készségfejlesztés lényegét, a korszerű módszerek teljesítménynövelő hatását. Rendkívüli szakmai élmény volt ez számunkra, mert az eddigi továbbképzési tapasztalatainktól merőben új, életszerű volt a téma megközelítése, feldolgozása.

talatainktól merőben új, életszerű volt a téma megközelítése, feldolgozása.

Egy hónap telt el a továbbképzés óta, és úgy érezzük, hogy a néha-néha elveszettnek hitt pedagógiai önbecsülésünket kaptuk vissza, oldódtak bennünk a munkánk eredményességével kapcsolatos fenntartások, görcsök.

A számítógép elterjedése Romániában is felgyorsult, így Kószó Katalin a számítástechnikának a kémia tanításában való alkalmazását, lehetőségeit bemutató foglalkozásai (multimédiás CD-k, Internet, Sulinet) igen értékes információkat nyújtottak.

Fazekas Gézané oktatástechnikus szakavatott „háttérmunkája” meggyőzőtt bennünket arról, hogy napjaink iskolai oktatása nem nélkülözheti az e munkakört betöltő szakembert.

A szoros program ellenére (oktatási szünetben, napi kilenc óra) az érdeklődés nagy volt, a résztvevők száma napról napra nőtt. Hargita, Maros, Kovászna, Brassó és Szilágy megyékből 36 kémiatanár vett részt a képzésen, akik megfogalmazták azt az igényüket, hogy az itt elkezdődött továbbképzést rendszeressé kellene tenni.

Itt mondunk köszönetet a program támogatóinak, hogy lehetővé tették számunkra ezt a továbbképzést, valamint a Mozaik Oktatási Stúdióknak az ajándék könyvekért (minden résztvevő kapott néhány ajándék könyvet), valamint azért, hogy a frissen megalakult Pedagógusok Házának a könyvtárába ezúton is kerülhettek szakkönyvek.

Székelyudvarhely, 1999. november

Demeter Éva
kémiatanár, módszertani körfelelős
(Eötvös József Mezőgazdasági Szakiskola)

Miért szeretem a kémiaórát?

Székelyföldön, Udvarhelytől néhány kilométerre található meg egy kétezer lélekszámot számláló kis magyar ajkú falu, Vágás. A továbbképzésen részt vett e község Márton Áron Általános Iskolájának kémia-tanára, Feleki Enikő is. A címben feltett kérdésre tanulói válaszoltak, ezek közül néhányat megtalálhatunk e lap hasábjain.

„A kémiát talán a kedvenc tantárgyaim közé sorolhatom. A kémia órán a sok kísérlet szebbé varázsolja e tantárgyat.”

Tóásó Tünde

8. oszt. tanuló, Vágás

Dr. Tóth Zoltán

Kémiai számítások dimenzióanalízissel

A kémiai számítások során különböző eljárásokat használhatunk: számolhatunk képletekkel, aránypárokkal, következtetéssel stb. Ebben az írásban egy Magyarországon kevésbé, az Amerikai Egyesült Államokban annál inkább elterjedt számítási eljárást, az ún. dimenzióanalízist („dimensional analysis” vagy „factor label method”) mutatom be.

A dimenzióanalízis lényege, hogy a kémiában előforduló mennyiségek dimenziójával (mértékegységével) ugyanolyan algebrai műveleteket végezhetünk, mint a mennyiségek mérőszámaival. Ennek megfelelően törtek fokozatos bővítésével juthatunk el a kiindulási mennyiségtől a végeredményig. A dimenzióanalízist elsősorban a vegyészmérnöki gyakorlatban használják [1], a középiskolás szintű kémiában Magyarországon elvétve találkozunk [2, 3] vele. Annál gyakoribb viszont az angol nyelvű kémiakönyvekben és folyóiratokban (pl. [4-7]).

A következőkben néhány kémiai példán keresztül ismerkedjünk meg a Ötösöm lesz kémiából c. példatárából – Calibra dimenzióanalízissel! (A feladatokat Villányi A. Kiadó, Budapest – vettem.)

1. feladat

Mekkora a tömege 0,25 mol metánmolekulának?

Ismert az anyagmennyiség (0,25 mol metán), valamint a moláris tömeg (16 g metán / 1 mol metán). Keressük a metán tömegét (x g metán). A megoldáshoz a metán anyagmennyiségéből kell kiindulnunk, ezt egy olyan törttel kell megszorozni, hogy a mértékegység (mol metán)-ról (g metán)-ra változzon. Ezt úgy érhetjük el, ha az anyagmennyiséget egy (g metán / mol metán) mértékegységű törttel szorozzuk meg:

$$x \text{ g CH}_4 = 0,25 \text{ mol CH}_4 \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 4,0 \text{ g CH}_4$$

2. feladat

Hány molekula van 6,0 g metánban?

Ebben az esetben a (g metán)-ból (molekula metán)-t kell előállítanunk. A felhasználható törtek: (16 g metán / 1 mol metán) és $(6 \cdot 10^{23} \text{ molekula metán} / 1 \text{ mol metán})$.

A megoldás:

$$\begin{aligned} x \text{ molekula CH}_4 &= 6,0 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \\ &\times \frac{6 \times 10^{23} \text{ molekula CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = \\ &= \mathbf{2,25 \times 10^{23} \text{ molekula CH}_4} \end{aligned}$$

3. feladat

Milyen anyagmennyiségű szén-dioxid molekula ugyanakkora tömegű, mint 2,00 mol metánmolekula?

A megoldás során vegyük figyelembe, hogy a tömegegyenlőség egy olyan törttel vehető figyelembe, amelynek mértékegysége (g szén-dioxid / g metán), számértéke pedig 1. A megoldás:

$$\begin{aligned} x \text{ mol CO}_2 &= 2,00 \text{ mol CH}_4 \times \frac{16,0 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} \times \\ &\times \frac{1 \text{ g CO}_2}{1 \text{ g CH}_4} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = \mathbf{0,727 \text{ mol CO}_2} \end{aligned}$$

4. feladat

Hány proton van 3,00 g ${}^7_3\text{Li}$ -atomban?

A megoldás:

$$\begin{aligned} x \text{ p}^+ &= 3,00 \text{ g Li} \times \frac{1 \text{ mol Li}}{7 \text{ g Li}} \times \\ &\times \frac{6 \times 10^{23} \text{ atom}}{1 \text{ mol Li}} \times \frac{3 \text{ p}^+}{1 \text{ atom}} = \mathbf{7,71 \times 10^{23} \text{ p}^+} \end{aligned}$$

5. feladat

Mennyi a tömeg%-os összetétele a 0,500 mol/dm³ koncentrációjú salétromsav-oldatnak, ha sűrűsége 1,19 g/cm³?

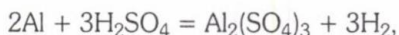
Mivel a 100 g oldatban lévő salétromsav tömegét keressük, ezért a törtek átalakítása során nyert (g HNO₃ / g oldat) értéket meg kell szorozni 100-zal. A megoldás:

$$\begin{aligned} \frac{x \text{ g HNO}_3}{100 \text{ g oldat}} &= \frac{0,500 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ dm}^3 \text{ oldat}} \times \\ &\times \frac{63,0 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} \times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{ oldat}}{1000 \text{ cm}^3 \text{ oldat}} \times \\ &\times \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ oldat}}{1,19 \text{ g oldat}} \times 100 = \mathbf{2,65 \text{ m / m}\%} \end{aligned}$$

6. feladat

Hány dm³ standardállapotú hidrogéngáz fejlődik, ha 1,00 g alumíniumot fölös mennyiségű kénsavban oldunk?

A hidrogéngáz és az alumínium anyagmennyisége közötti kapcsolatot a rendezett reakcióegyenlet alapján adhatjuk meg:



azaz a megfelelő konverziós tört: (2 mol Al / 3 mol H₂). A megoldás:

$$\begin{aligned} x \text{ dm}^3 \text{ H}_2 &= 1,00 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27,0 \text{ g Al}} \times \\ &\times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{24,5 \text{ dm}^3 \text{ H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = \mathbf{1,36 \text{ dm}^3 \text{ H}_2} \end{aligned}$$

7. feladat

Hány cm³ 2,00 mol/dm³ koncentrációjú sósav-oldat szükséges 3,53 g nátrium-karbonát teljes feloldásához?

A számításhoz szükséges reakcióegyenlet:



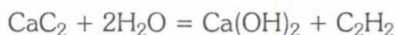
azaz a megfelelő konverziós tört: (1 mol Na₂CO₃ / 2 mol HCl). A megoldás:

$$\begin{aligned} x \text{ cm}^3 \text{ HCl oldat} &= 3,53 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \times \\ &\times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \times \\ &\times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{ HCl oldat}}{2,00 \text{ mol HCl}} \times \frac{1000 \text{ cm}^3 \text{ HCl oldat}}{1 \text{ dm}^3 \text{ HCl oldat}} = \\ &= \mathbf{33,3 \text{ cm}^3 \text{ HCl oldat}} \end{aligned}$$

8. feladat

Mekkora tömegű 90,0%-os tisztaságú kalcium-karbidot kell vízzel reagáltatni, ha 2,00 dm³ normálállapotú acetilénre van szükségünk?

A számításhoz szükséges reakcióegyenlet:

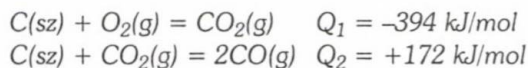


A tisztaságot a következő törttel vehetjük figyelembe: (90,0 g CaC_2 / 100 g karbid). A megoldás:

$$\begin{aligned} x \text{ g karbid} &= 2,00 \text{ dm}^3 \text{C}_2\text{H}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2}{22,4 \text{ dm}^3 \text{C}_2\text{H}_2} \times \\ &\times \frac{1 \text{ mol CaC}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} \times \frac{64,1 \text{ g CaC}_2}{1 \text{ mol CaC}_2} \times \frac{100 \text{ g karbid}}{90,0 \text{ g CaC}_2} = \\ &= \mathbf{3,18 \text{ g karbid}} \end{aligned}$$

9. feladat

Mekkora tömegű szénket kell elégetni ahhoz, hogy 1,00 m^3 standardállapotú szén-monoxidot nyerjünk a következő reakciók során,



figyelembe véve, hogy az első folyamatban felszabaduló hőnek csak 40,0%-a fordítódik a szén-dioxid redukciójára?

A megoldás:

$$\begin{aligned} x \text{ g C} &= 1,00 \text{ m}^3 \text{CO} \times \frac{1000 \text{ dm}^3 \text{CO}}{1 \text{ m}^3 \text{CO}} \times \\ &\times \frac{1 \text{ mol CO}}{24,5 \text{ dm}^3 \text{CO}} \times \frac{172 \text{ kJ}}{2 \text{ mol CO}} \times \frac{100}{40,0} \times \\ &\times \frac{1 \text{ mol C}}{394 \text{ kJ}} \times \frac{12,0 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = \mathbf{267 \text{ g C}} \end{aligned}$$

10. feladat

Ismeretlen töménységű kénsavoldat 5,000 cm^3 -ét 100,0 cm^3 -re hígítjuk. Ebből a törzsoldatból pontosan 10,00 cm^3 -es térfogatokat titrálunk 0,09980 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid oldattal: az átlagfogyás 10,08 cm^3 . Mekkora tömegű kénsavat tartalmazott a minta?

A megoldás:

$$\begin{aligned} x \text{ g H}_2\text{SO}_4 &= 10,08 \text{ cm}^3 \text{NaOH-oldat} \times \\ &\times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{NaOH-oldat}}{1000 \text{ cm}^3 \text{NaOH-oldat}} \times \frac{0,09980 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ dm}^3 \text{NaOH-oldat}} \times \\ &\times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{100,0 \text{ cm}^3 \text{H}_2\text{SO}_4\text{-oldat}}{10,00 \text{ cm}^3 \text{H}_2\text{SO}_4\text{-oldat}} \times \\ &\times \frac{98,09 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = \mathbf{0,4934 \text{ g H}_2\text{SO}_4} \end{aligned}$$

Irodalom

- [1] Mórítz P.: Dimenzióelmélet. Vegyészek zsebkönyve, 3. kiadás (Szerk.: Preisich M.), Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963. 91. oldal.
- [2] Dillard, C.R., Goldberg, D.E.: Kémia (reakciók, szerkezetek, tulajdonságok). (Ford.: Jókay L.), Gondolat, Budapest, 1982. 44. oldal.
- [3] Forgács J.: A versenyzők felkészítésének, a szakmai tankönyvek írásának és tanításának tapasztalatai a vegyipari szakközépiskolában. Doktori értekezés. Debrecen, 1983. 20. oldal.
- [4] Heikkinen, H. (Ed.): Chemistry in the Community, Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1988. 335. oldal.
- [5] Chang, R.: Chemistry. 2nd ed., Random House, New York, 1981. 65. oldal.
- [6] Holtzclaw, H.F., Jr., Robinson, W.R.: College Chemistry. 8th ed., D.C. Heath and Co., Lexington, 1988. 13. oldal.
- [7] Krieger, C.R.: Stoichiometry: a cognitive approach to teaching stoichiometry. Journal of Chemical Education, 74. évf. 3. szám. 1997. 306. oldal.

A tanulmány az Országos Tudományos Kutási Alapprogramok (OTKA T-023144/1997.) és a MKM Felsőoktatási Programfinanszírozási Pályázata (PFP-2243/1998.) támogatásával készült.

Pályázati felhívás

az Európai Unió SOCRATES oktatási együttműködési programjának

COMENIUS 1

akciójában való intézményi részvétellel

A COMENIUS 1 akció célja multilaterális iskolai társulások kialakítása a közoktatási intézmények között nemzetközi együttműködés előmozdítására.

Az iskolai társulás tagjai meghatározott cél megvalósítása érdekében fognak össze, és 1-3 éves időtartamra ún. *Európai Oktatási Projektet* hoznak létre. A projekt témáját a résztvevők határozzák meg, követelmény viszont, hogy a projekt az iskola alaptevékenységébe és a helyi tantervbe illeszkedve, jelentős részben a tanórákba integráltan valósuljon meg.

A COMENIUS 1 akcióban pályázásra jogosult valamennyi bejegyzett magyar közoktatási intézmény.

Az Európai Oktatási Projektek kidolgozásához *legalább 3 különböző*, a SOCRATES programban résztvevő országból *legalább 1-1 intézmény* közreműködésére van szükség. A résztvevő intézmények közül *legalább egynek* EU-tagállambelinek kell lennie.

A támogatás összege partnerintézmények esetén évi 2000, koordinátor intézmények esetén évi 3000 euró.

A támogatást nyert projektek megvalósítására 2000. augusztus 1. után kerülhet sor.

A pályázatok beküldési határideje: 2000. március 1. (postabélyegző dátuma).

Pályázni csak az Európai Unió valamely hivatalos nyelvén lehet. A pályázatokat 3 példányban, ajánlott küldeményként, postai úton kérjük eljuttatni a SOCRATES Nemzeti Iroda címére. A pályázathoz csatolni kell egy rövid (1 oldalas) magyar nyelvű összefoglalót.

Részletes pályázati útmutató és pályázati űrlap a munkanyelv megjelölésével a SOCRATES Nemzeti Irodánál igényelhető, illetve az iroda honlapjáról letölthető.

SOCRATES Nemzeti Iroda
1143 Budapest, Ida u. 2.
Postacím: 1438 Budapest 70, Pf.: 510.
Telefon: 06 1 343 00 12, 352 53 06
Fax: 06 1 343 03 32, 343 01 64
E-mail: socrates@tpf.hu
Internet: <http://www.tpf.iif.hu/socrates>

Pályázati felhívás

az Európai Unió SOCRATES oktatási együttműködési programjának

COMENIUS 2 – Interkulturális oktatás

nevű akciójában való részvételre

Az akció célja: az oktatás interkulturális jellegének elmélyítése és az oktatás minőségének javítása az alábbi társadalmi csoportok esetében: munkájuk miatt folyamatosan utazni kényszerülők, vándorló életmódúak, vendégmunkások, bevándorlók és cigányok gyermekei.

Támogatott tevékenységek:

- Az információáramlás elősegítése
- Az interkulturális jelleg bevezetése a tananyagba
- Továbbképzések szervezése
- Új tanítási módszerek és
- Oktatási stratégiák kidolgozása
- A munkábaállás elősegítése

Pályázásra jogosult intézmények: Általános, szak-, illetve szakmai képzést nyújtó állami és magániskolák; felsőoktatási intézmények; a pedagógusképzésben és a szakmai továbbképzésben szerepet vállaló intézmények; regionális és helyi oktatásügyi hatóságok és azok képviselői; interkulturális oktatási szervezetek, különös tekintettel a szülői szervezetekre, a tanárok szakmai szervezeteire, az ifjúsági szervezetekre, a rasszizmus és az idegengyűlölet ellen küzdő szervezetekre és egyesületekre. A pályázat beadása előtt célszerű ellenőrizni a leendő partnerek jogosultságát.

Pályázati feltételek: A projektek legalább három, a SOCRATES programban résztvevő országok, országonként legalább 2-2 intézménye (legalább 1 iskola) közötti aktív együttműködésen alapulnak, és 1-3 éves időszakra szerveződnek. A támogatás rendszerint a projekt kapcsán felmerülő összkiadás maximum 50%-át fedezi (25-30 ezer euró/projekt/év).

A pályázat beadásának határideje: 2000. március 1. (postabélyegző dátuma).

A pályázatokat a koordináló intézménynek az *Európai Bizottság* címére (European Commission, Education and Culture Directorate-General, rue de la Loi/Wetstraat 200, 1049 Brussels, Belgium) kell elküldenie. A pályázat egy másik példányát rövid magyar nyelvű összefoglalóval a SOCRATES Nemzeti Iroda címére kérjük eljuttatni. További információ és pályázati űrlap (a munkanyelv megjelölésével) beszerezhető:

Tempus Közalapítvány / SOCRATES Nemzeti Iroda

Postacím: 1438 Budapest 70, Pf.: 510.

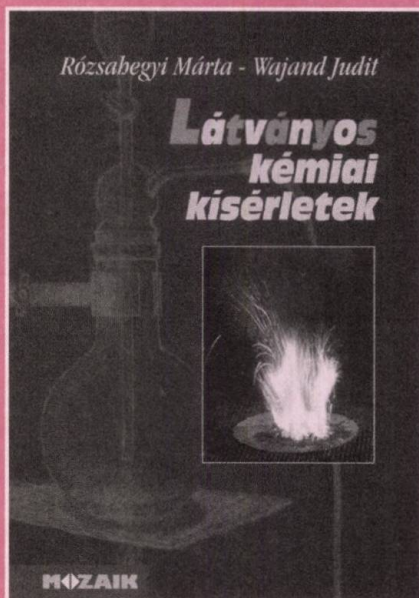
Telefon: 352 53 06, fax: 06 1 343 03 32

E-mail: ereny@tpf.hu

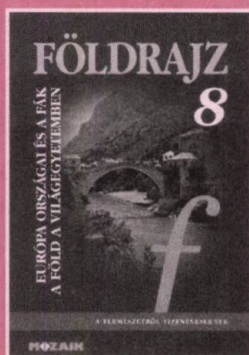
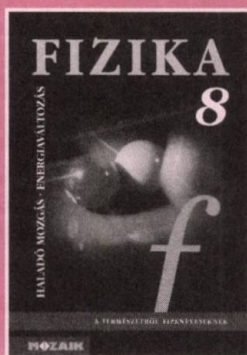
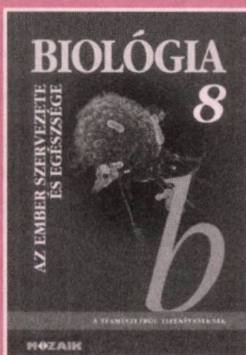
Internet: <http://www.tpf.iif.hu/socrates>

Kémiai kísérletek általános és középiskolásoknak

Könyvünk több mint kétszáz olyan látványos és élményt nyújtó kísérletet közöl, melyek többnyire egyszerű eszközökkel és hétköznapi anyagokkal elvégezhetők az általános és középiskolai kémiaórákon, esetleg otthon. A könyv a kísérletekhez minden esetben részletes elméleti magyarázatot is fűz, ami egyaránt segítheti a kísérletet bemutató tanárok, illetve a tanulókat mélyebben érteni akaró, esetleg a felvételre készülő tanulók munkáját is.



A természetről tizenéveseknek tankönyvsorozat 8. osztályos kötetei



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon/Fax: (62) 470-101, 488-282

MOZAIK KÖNYVESBOLTOK

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612
6723 Szeged, Csongrádi sgt. 73., Tel.: (62) 485-522

MOZAIK
www.mozaiik.info.hu

**Környezetbarát, alternatív
motorhajtóanyagok III.**

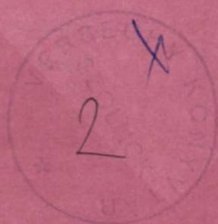
(Dr. Hannus István – Dömök Szilvia – dr. Kiricsi Imre)

**Hogyan tanítsuk a levegő
nitrogén-dioxid tartalmának
meghatározását?**

(Baranyiné C. Veres Anna)

**A kémiai energia és más
energiafajták kapcsolatának
szemléltetése a kémiaoktatásban**

(Csikós Magdolna)



VIII. ÉVFOLYAM 2000

2

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Dr. Tóth Zoltán

Dr. Soltész György

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 470-185

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Kovács Attila

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 880 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási Minisztérium és a Soros Alapítvány támogatásával.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

TARTALOM

Környezetbarát, alternatív motorhajtóanyagok III.**Biodízel**Dr. Hannus István – Dömök Szilvia – dr. Kiricsi Imre
SZTE, Szeged**Hogyan tanítsuk a levegő
nitrogén-dioxid tartalmának meghatározását?**Baranyiné C. Veres Anna
tanár, Békéscsaba**A kémiai energia és más energiafajták
kapcsolatának szemléltetése a kémiaoktatásban**Csikós Magdolna
tanár, Szekszárd**Beszámoló konferenciákról**Dr. Tóth Zoltán
egyetemi docens, KLTE, Debrecen**Köszöntjük a 16. Kémiaoktatási
Világkonferencia résztvevőit Budapestről**

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailben (kiado@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Hannus István – Dömök Szilvia – dr. Kiricsi Imre

Környezetbarát, alternatív motorhajtóanyagok III. Biodízel

Bízelüzemanyag helyettesítésére a növényi olajok alkalmasságát a kőolaj árrobbanást követően, 1980 óta vizsgálják. A növényi olajokat és származékaikat szokás biodízeleknek nevezni. Azokkal a növényi olajokkal kísérleteztek, amelyek termelése meghaladta a felhasználást: az USA-ban szójaolajjal, Európában repce- és kukoricaolajjal, Délkelet-Ázsiában pálmaolajjal és a Fülöp-szigeteken kókuszdióolajjal.

Olajfeldolgozás

Az olajos magvakat a feldolgozás előtt tisztítják, aprítják, majd a magőrleményt 70-100 °C-on pörkölik. A pörkölt olajos magvakból sajtolással vagy extrakcióval nyerik ki az olajat. A visszamaradt termék az olajpogácsa, ez kb. 4-5% olajat is tartalmaz, ezért takarmányozási célokra, főként keveréktakarmányok gyártására kiválóan felhasználható.

A kiperéselt olajat hordókban állni hagyják legalább két hétig 10 °C hőmérsékleten. A nemkívánatos szilárd részecskék – főként a foszforvegyületek – leülepednek. Így az olaj foszfortartalma 10 mg/kg alá süllyed. (A foszfor a motorikus égés során kemény lerakódásokat – meta- és pirofoszfátokat – képez, amelyek fokozott kopást, majd üzemképtelenséget okoznak.) [1].

A kiperéselt, ülepített olajat finomítják. A finomítás műveletei: a centrifugálás, a savas, lúgos vagy sósvizes eljárással való nyálkátlanítás (elroncsolódnak a fehérjék, a gyanták stb.), a szabad zsírsavak eltávolítása, a derítőfölddel való halványítás és a nemkívánatos szaganyagok el-

távolítása. A finomítást követheti pl. az olajke-ményítési eljárás.

A növényi olajok tulajdonsága függ: a növény fajtájától, termőhelyi adottságaitól (talaj, éghajlat), a termesztés technológiájától, évjá-rattól, a kinyerés technológiájától, a további kezelésektől, állásidőtől stb.

Magyarországon igen sokféle mag tartalmaz olajat. Jelentős volumenben ezek közül a nap-raforgó és a repce termesztethető (korlátozottabb mértékben a szója). A megtermelt mennyisé-gekből sajtolással nyerhető mennyiségek: nap-raforgóból 740 kg/ha; repceből 696 kg/ha; szó-jából 856 kg/ha. Hazánkban a repceolajat in-kább energetikai célokra, a napraforgóolajat in-kább élelmiszeripari célra használják fel. Ezzel ter-mészetesen nincs kizárva annak a lehetősége, hogy ha az előállítás gazdaságosabb más nö-vénynél, vagy az ösztönző rendszer más irány-ba orientálja a termelőket, akkor más növények energetikai célú hasznosítása terjedjen el.

A növényi olajakat felépítő karbonsavak

A telített zsírsavak közül nagyobb mennyi-ségben a palmitinsav (n-hexadekánsav), a szte-arinsav (oktadekánsav), kisebb arányban az arachinsav (eikozánsav), a mirisztinsav (tetra-dekánsav) és a behénsav (dokozánsav) glicerín-észtereit találjuk meg a növényi olajokban.

Telítetlen zsírsavakból nagyobb mennyiség-ben az olajsav (oleinsav, cisz-9-oktadecénsav), a linolsav (cisz, cisz-9,12-oktadekadiénsav), a linolénsav (9,12,15-oktadekatriénsav), az eruka-sav (cisz-13-dokozénsav), kisebb mennyiség-

ben az arachidonsav (5,8,11,14-eikozatetraén-sav) glicerinsztereit tartalmazzák. A növényi olajokban lévő telítetlen kötés számos addíciós reakcióra vezethet. A telítetlen kötések katalitikus hidrogénezésével az olaj „megkeményedik”, margarinhoz jutunk. Az olajok száradása és avasodása pedig a telítetlen kötés oxidációjára vezethető vissza. A zsírsavak tulajdonságait tartalmazza az 1. táblázat [2].

Tiszta növényi olaj, mint motorhajtó anyag

Mint az előző cikkben már kifejtettük, tiszta növényi olajjal a dízelmotorok közvetlenül, átalakítás nélkül nem működnek. Ennek a növényi olajok, így konkrétan pl. a repceolaj kisebb illékonyasága és a viszkozitás csaknem tízszer nagyobb volta az oka. A viszkozitás csökkentésére próbálkoznak a növényi olaj és gázolaj keverékével, adalékolt növényi olajokkal, de legperspektivikusabbnak az átészteresítés ígérkezik.

Repceolaj-metilészter, mint motorhajtóanyag

Ahhoz, hogy a repceolaj közvetlen beporlasztású dízelmotorokhoz is használható legyen,

az átészteresítés kínál lehetőséget. Ennél a glicerint három molekula egyszerű alkohollal helyettesítik – etanollal vagy metanollal –, mely során a nagy, elágazó repceolaj-molekula kisebb elágazásmentesre bomlik szét. E technológia során a hidegen sajtolt repceolajat nátrium-hidroxidos metilalkohollal keverik össze majd üleptik és alulról leválasztják a glicerines, felülről pedig a metilészterezett részt. Több gyártó saját (gyakran szabadalmi oltalom alatt álló) eljárást dolgozott ki az észterezésre. A repceolaj metil- vagy etilésztere hasonló viszkozitású, mint a dízelüzemanyag, a fizikai és a kémiai tulajdonságok hasonlósága is feltűnő [3].

Ezen új alternatív motorhajtóanyag tulajdonságai

- A hagyományos dízelmotor átalakítás nélkül üzemeltethető növényolaj metilészterrel.
- Az üzemeltetőnek sem a beszerzés, sem az üzemeltetés nem okoz többletköltséget.
- Tisztán és gázolajjal tetszőleges arányban keverve egyaránt használhatók.
- A növényolaj metilészterek nem mérgezőek, a szabadba kerülve gyorsan lebomlanak.

Karbonsav	Összegképlet	Moláris tömeg [g/mol]	Sűrűség [g/cm ³]	Olvadáspont [°C]	Forráspont [°C]
mirisztinsav	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228,36	0,8622 (54 °C)	58	326
palmitinsav	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256,43	0,8577	63	390
sztearinsav	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284,47	0,941	69-71	383
olajsav	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282,45	0,8935	16	286 (133 mbar)
linolsav	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280,44	0,901	-5	230 (21 mbar)
linolénsav	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	278,20	0,914	-11	231 (1,3 mbar)
erukasav	C ₂₂ H ₄₂ O ₂	338,56	0,86	34	225 (13 mbar)
arichidonsav	C ₂₀ H ₃₂ O ₂	304,46	–	-49,5	–
arichinsav	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	312,52	0,824	85	328
behénsav	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	340,59	0,822	80	306 (80 mbar)

1. táblázat

- Nem tartalmaznak kis hőmérsékleten párolgó komponenseket.
- Az égéstermékekben nincs ólom, kén-dioxid és halogénelemek.
- A kipufogógázban kevesebb a korom.
- Aromás és rokon vegyületek kibocsátása 30-60%-kal, a policiklusos aromásvegyület kibocsátás 50-90%-kal kevesebb.
- A szénhidrogén-kibocsátás 45-50%-kal csökken.
- A CO-kibocsátás 11%-kal növekszik, azonban ha oxidáló katalizátoros a motor, ez az érték is csökkenést mutat.
- Változatlan motorbeállítással az NO_x -kibocsátás 8-11%-kal nagyobb.
- Ilyen üzem esetén jellegzetes szag tapasztalható, amely azonban nem kifejezetten kellemetlen.
- A motor az észterek jó gyulladási tulajdonságainak köszönhetően egyenletesebben jár.
- Fogyasztás a gázolajéhoz hasonló.
- A teljesítmény is nagyjából azonos.
- Az erőátviteli lánc elemei változatlanok maradhatnak [4].

A megfelelő növényi olaj-metilészter alternatív motorhajtóanyag energiamérlege pozitív, azaz az előállításához szükséges energia kevesebb, mint amennyi elégetésekor keletkezik.

Mindezen kedvező tulajdonságok hatására 1994-ben a Mercedes-Benz, 1995-ben a Volkswagen engedélyezte sorozatgyártású járművei részére a repceolaj-metilészter motorhajtóanyag alkalmazását.

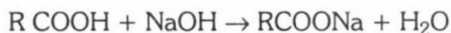
Növényi olaj-metilészterek előállítása

Az átészteresítésnek már sokfajta eljárását dolgozták ki. Azonban mindegyik technológia lényege, hogy a növényi olaj (triacyl-glicerine =

= TAG) megbontásával keletkező zsírsavakat metil-alkohollal (MeOH) észteresítik, ami a viszkozitás csökkenését eredményezi. A növényi olaj átalakulását az 1. ábra reakcióegyenlete írja le.

A reakcióhoz a metanolban oldva 4 m/m% nátrium-hidroxid (NaOH) használatos katalizátorként, a reakcióidő 1,5-2 óra, az optimális reakcióhőmérséklet 60-70 °C. A reaktánsok intenzív kapcsolatát állandó keveréssel tartják fenn. A reakció végén keletkezett két fázis, a növényi olaj-metilészter és a nagyobb sűrűségű glicerine egymástól elválasztható.

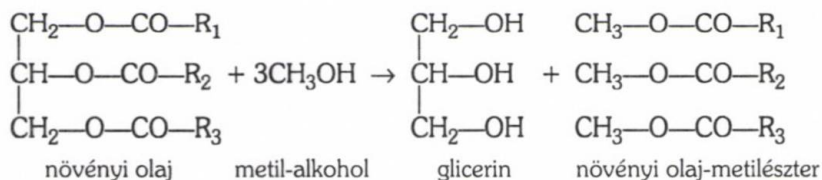
Problémák vetődhetnek fel azért, hogy a növényi olajok tartalmazhatnak szabad zsírsavakat, melyek reagálnak a katalizátorral, és alkáli-szappanok (zsírsavak nátriumsói) keletkeznek.



Ezáltal a katalizátor hatása nem tud megfelelő mértékben érvényesülni, és az alkáli szappanok pedig emulgeálják a glicerint az észter fázisban. Ez megakadályozza a glicerine és a számkra értékes növényi olaj-metilészter (ME) elválasztását. Célszerű, ha az olaj savassága nem haladja meg a 2 mg KOH/g értéket.

Utókezelés

Az utókezelés során először 0,1 m/m% (az ME-re vonatkoztatva) 80%-os foszforsavat adnak a növényi olaj-metilészterhez, hogy eltávolítsák a maradék katalizátor mennyiséget és a keletkező alkáli-szappanokat. Ezután még 0,1 m/m% 25%-os ammónium-hidroxidot adnak az elegyhez azért, hogy ammóniumsók formájában eltávolítsák az előző lépésben keletkezett zsírsavakat és a nem reagált foszforsavat. Az intenzív keverés fontos az utókezelés folyamán. A felesleges ammónium-hidroxidot



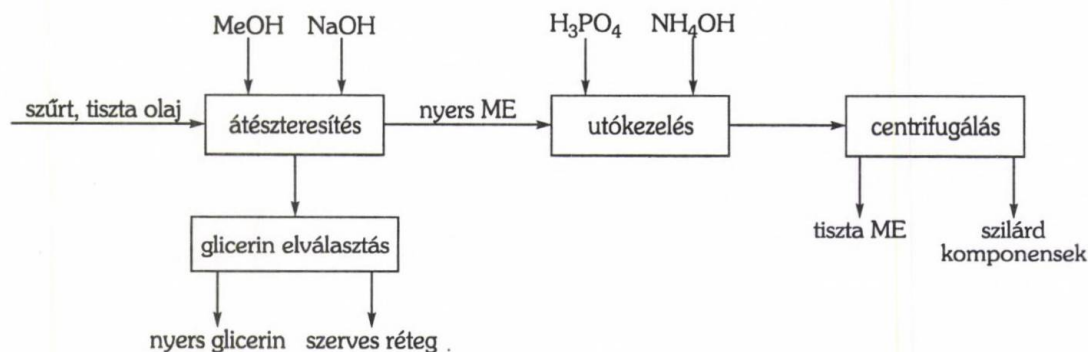
1. ábra

levegőztetéssel távolítják el, végül az utókezelés során keletkezett szilárd komponenseket (amóniumsók, foszforsók) centrifugálással leválasztják. Eredményül egy olyan növényi olaj-metilésztert kapnak, mely már megfelel az üzemanyagok minőségi követelményeinek. A 2. ábrán látható az átszterezés sémája.

Az előállított növényi olaj-metilészterek összetétele

Az előállított növényi olaj-metilészterek összetételét gázkromatográffal összekapcsolt lángionizációs detektorral (FID) határoztuk meg. A következő táblázatban illusztrációként a napraforgóolaj-metilészter összetételét láthatjuk. Összehasonlításképpen a 2. táblázatban az irodalmi adatok alapján várható zsírsav összetételét is feltüntettük.

A növényi olajok irodalom szerinti zsírsav összetétele elég jól megközelíti az észterezett termékek zsírsav-metilészter összetételét.



2. ábra

Név	Összetétel % (FID)	Mr/gmol ⁻¹	Zsírsav összetétel % [5]
Palmitinsav-metilészter	8,7	270	5,6
Sztearinsav-metilészter	2,4	298	2,2
Olajsav-metilészter	20,5	296	25,1
Linolsav-metilészter	68,1	294	66,2

2. táblázat
A napraforgóolaj-metilészter összetétele

Növényi olajok és metilészterek tulajdonságai

A 3. táblázat tartalmazza a növényi olajok és metilészterezett származékainak tulajdonságait. A táblázat eredményeiből kitűnik, hogy a motorhajtóanyag szempontjából fontos tulajdonságok, mint a sűrűség, a viszkozitás, a lobbánás- és gyulladáspont a növényi olajok átszterezésével a dízelolajéhoz közelítettek. (A jódbromszám az észterezés során szinte nem változik, ami azt jelenti, hogy a kettős kötések változatlanok maradtak.)

A növényi olajok átszterezésével tehát olyan üzemanyagot kapunk, amely már alkalmas átalakítás nélküli dízelmotorok üzemeltetésére.

Kísérletek biodízel előállítására és vizsgálatára

A kereskedelembe kapható napraforgóolaj vagy repceolaj laboratóriumi átszterezését egyszerűsített formában a következőképpen hajthatjuk végre [6]. A TAG : MeOH arányt

1 : 3,5-re állítjuk be, ami azt jelenti hogy 150 cm³ olajhoz 22 cm³ metanolt adunk, ami-ben előzőleg 4 m/m% nátrium-hidroxidot (0,7 g) oldottunk fel. A metanol/nátrium-hidroxid elegyet egy előzőleg gömblombikban vízfürdőn vagy olajfürdőn kb. 65 °C-ra melegített olajhoz adjuk. A lombikot visszafolyós hűtővel látjuk el, és a reakciót 1,5 órán keresztül állandó keverés mellett 65 °C-os hőmérsékleten hajtjuk végre. A reakció után az elegyet hagyjuk lehűlni, és választótölcsérben szétválasztjuk a felső ME-t és az alsó glicerines fázist. A ME utókezelése (amit esetleg el is hagyhatunk) teljesen megegyezik a már leírtakkal. (0,11 g 80%-os H₃PO₄, 0,15 g 25%-os ammónium-hidroxid).

Ezután össze tudjuk hasonlítani a kiindulási növényi olaj és a metilészter sűrűségét, viszkozitását, lobbanás- és gyulladáspontját [7].

Irodalom

- [1] Emőd István, Energiaellátás, Energiatakarékosság-világszerte, OMIKK Műszaki Információ, 1998/4, 35-48)
- [2] Furka Árpád: Szerves kémia (Tankönyvkiadó, Budapest 1988)
- [3] Schmidt János, Energiaellátás, Energiatakarékosság-világszerte, OMIKK Műszaki Információ, 1997/3, 44-47.
- [4] Energiagazdálkodási kézikönyv, 9/ 4. fejezet, 43-49, Magyar EU-Energetikai Központ, 1998.
- [5] Römp: Vegyészeti Lexikon (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981)
- [6] Dömök Szilvia: Szakdolgozat. 1999. JATE TTK, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék
- [7] Kémiai technológiai gyakorlatok (szerkesztette Halász János), JATEPress, Szeged, 1999.

	Sűrűség g/cm ³ <i>T</i> = 22 °C, <i>P</i> = 10 ⁵ Pa	Viszkozitás Pa/s <i>T</i> = 22 °C	Lobbanáspont gyulladáspont °C	Jódbrómszám
Napraforgóolaj	0,9211	0,0134	310 333	128
Repceolaj	0,9182	0,0157	326 –	125
Szójaolaj	0,9178	0,0160	317 343	125
Kukoricaolaj	0,9204	0,0168	330 356	126
Olívaolaj	0,9133	0,0221	325 352	92
Napraforgóolaj-ME	0,8981	0,0041	160 183	125
Repceolaj-ME	0,8917	0,0031	177 195	123
Szójaolaj-ME	0,8894	0,0024	182 200	123
Kukoricaolaj-ME	0,8855	0,0024	173 189	124
Olívaolaj-ME	0,9000	0,0108	200 215	91
Dízelolaj	0,8396	0,0014	94 101	9

3. táblázat

Baranyiné C. Veres Anna

Hogyan tanítsuk a levegő nitrogén-dioxid tartalmának meghatározását?¹

Napjainkban a környezetvédelem felértékelődésével egyre nagyobb az igény jól felkészült környezetvédelmi szakemberekre. A környezetvédelmi technikus képzésben jelentős szerepet vállalt iskolánk, a Petrik Lajos Vegyipari Szakközépiskola. 1993-tól a világbanki program megindulásával a környezetvédelmi szakmacsoportban lehetőség nyílt egy megújított szakmai képzésre.

Szakmai alapozó tárgyként a 12. évfolyamon az analitikai gyakorlat a környezeti anyagok vizsgálatával foglalkozik évi 96 órában, amit tömbösítve kéthetente 6 órában tartunk meg. A közbeeső hetekben környezetvédelmi és környezettechnikai gyakorlatokon vesznek részt a tanulók. Az egyes témakörökben az elméleti felkészítést a mérési feladatok gyakorlati végrehajtása követi. Víz-, levegő- és talajminőség, valamint hulladékok vizsgálatával foglalkozunk ezen a gyakorlaton titrimetriás, gravimetriás és fotometriás módszereket alkalmazva. Cikkemben a levegő nitrogén-dioxid tartalmának meghatározásával foglalkozó gyakorlatot mutatom be.

A tananyag legtöbb új információt nyújtó része a levegőminőség vizsgálata. A tanulók számára ez mindig érdekes, hiszen mindennap olvashatunk, hallhatunk a légkör globális elszennyeződéséről, láthatunk különböző adatokat a levegőszennyező anyagok mennyiségéről. Fontos, hogy a leendő környezetvédelmi szakemberek megtanulják szakszerűen megmérni ezeket a szennyeződéseket. Összegezzük, rend-

szerezzük mindazt a hírözönt, információt és ismeretet, amit ezzel kapcsolatban más tárgyakból tanultak vagy más hírforrásból tudnak.

Az egyes témák feldolgozására szánt óraszámot az 1. táblázatban mutatom be.

A levegő szennyezői közül fotometriásan mérjük a nitrogén-dioxid és a kén-dioxid-tartalmat, és gravimetriásan vizsgáljuk az ülepedő és a levegő portartalmát. A meghatározásokat szabványok alapján végezzük.

A következő tanévben a technikusképzés során találkozhatnak tanulóink a környezetanalitika más módszereivel, nagyobb érzékenyséű meghatározásokkal.

A 2. táblázatban összefoglalom azokat az ismereteket, amelyeket más tantárgyak anyagában előzetesen már megszereztek a tanulók, így itt csupán az ismételésre, felelevenítésre van szükség.

A 3. táblázatban azokat az új ismereteket és fogalmakat mutatom be, amelyek a mérés eredményes elvégzéséhez szükségesek.

Téma	
megnevezése	kb. óraszám
Levegőminőség vizsgálatok	18
Vízminőség vizsgálatok	36
Talajminőség vizsgálatok	18
Hulladékok vizsgálata	12
Szabad sáv	12
Összesen	96

1. táblázat

¹ Az ELTE Kémiai Tanszékcsoportja által szervezett tanártovábbképzésen készült záródolgozat rövidített változata a cikk.

Ismeretek		Kapcsolt tantárgy
léghkör	• összetétel	földrajz
nitrogén	• reakciókészség	szervetlen kémia
nitrozus gázok, NO _x	• fogalma • a molekulák fizikai tulajdonságai (szín, halmazállapot, oldhatóság) • a molekulák kémiai tulajdonságai (reakciókészség, vízzel való reakció, fotokémiai reakció, diazotálás, kapcsolás lehetősége)	szervetlen kémia szerves kémia
NO _x	• a légkörbe kerülése • természetes és antropogén eredet	környezetvédelem
NO _x	• a légkörben lejátszódó reakciói HNO ₃ , HNO ₂ , PAN, ózon keletkezése	kémia
NO _x	• légköri jelenségekben játszott szerepe szmog savas eső • környezeti hatása • biológiai indikátorok (vörösfenyő, lucerna)	kolloidkémia szervetlen kémia környezetvédelem biológia
NO _x	• élettani hatása	környezetvédelem, kémia
NO _x	• kibocsátás csökkentésének lehetősége	környezettechnika
fotometria	• alapelve • működésének elve	analitika (előző órák)

2. táblázat

Ismeret	Tudásszint
munkaszabályok	ismeret
emissziós mérés	megértés
immissziós mérés	megértés
levegőminőség	megértés
immissziós határértékek	ismeret
levegőminősítés	alkalmazás
a nitrogén-dioxid-meghatározás módszerének elve	megértés
levegő mintavételi módok	ismeret
levegő mintavételi eszközök	ismeret
mintavételi eszközök összeállítása	alkalmazás
mintavételi hely kiválasztása	alkalmazás
a vizsgálat menete (szabvány alapján összeállítva)	ismeret
a mérés megtervezése	alkalmazás
a mérés kivitelezése	alkalmazás
kalibráció készítése	megértés
mérési eredmények kiszámítása (számítógéppel v. hagyományosan)	megértés, alkalmazás
hibaszámítás	megértés
jegyzőkönyv készítése	alkalmazás

3. táblázat

A mérés feltételei, körülményei

A tanulók a levegőmintavételt kettesével végzik, de a kalibrációt és a jegyzőkönyvet önállóan készítik el.

A nitrogén-dioxid-tartalmat mérhetik immisziós mintavétellel. Ezt mindig örömmel teszik, hiszen maguk választhatják meg, hogy az iskola környékén hol vegyenek mintát. A Thököly út közelsége mindig „sikerélményt” ad, soha nincs negatív eredmény.

Emissziós vizsgálatoknál autó kipufogó gázának a nitrogén-dioxid-tartalmát mérjük, összehasonlítjuk katalizátoros és katalizátor nélküli autók kipufogógázának összetételét. A kolégák autói alkalmasak erre. Itt természetesen ügyelni kell arra, hogy mintavételkor a gyerekek ne maradjanak az autó közelében.

A készülék, amellyel a mintavételt végezzük, egy hordozható PERSOMÉTER, amellyel légszennyező anyagok, munkahelyi levegő és lebegő portartalom is mérhető.

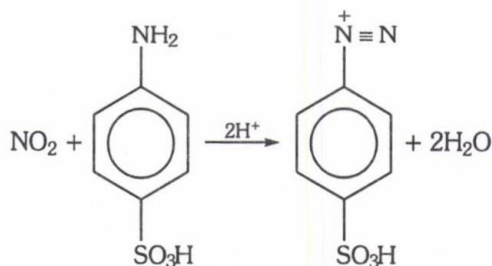
A laboratóriumban DR 2010 spektrofotométert használunk. Ez alkalmas az egyszerű fotometráción kívül kalibrációk tárolására, gyári reagensek alkalmazása esetén a gyári kalibrációk használatára és számítógéphez való csatlakoztatásra is.

A meghatározás elve

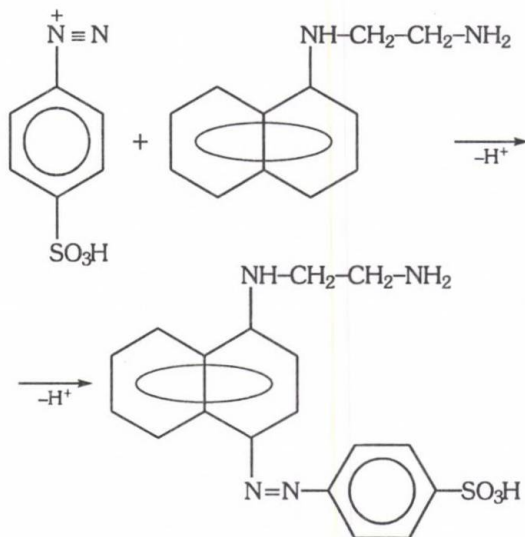
Ismeret térfogatú levegőt Saltzman-reagensen átbuborékolgatva a levegőben levő nitrogén-dioxid megkötődik. A nitrogén-dioxid a reagenssel diazotálási és kapcsolási reakcióba lép, és a reakció során rózsaszínű azo-színezék képződik. A képződött szín erőssége és fényelnyelése arányos az elnyelető oldatban megkötött nitrogén-dioxid koncentrációjával, amely fotometrián mérhető. A Saltzman-reagens szulfanilsav és N-/1-naftil/-etilén-diamin-dihidroklorid (rövidítve NEDA) acetonos, ecetsavas vizes oldata.

A lejátszódó reakciók

A nitrogén-dioxid savas közegben diazotálja a szulfanilsavat:



A diazotált szulfanilsav a N-/1-naftil/-etiléndiamin-dihidrokloriddal összekapcsolódva azo-vegyületet képez:



A levegőben levő nitrogén-dioxid tartalom megadása: tömegkoncentrációban kifejezve $\mu\text{g}/\text{m}^3$ egységben.

A módszer érzékenysége: 10 cm^3 mintaoldatból a legkisebb meghatározható mennyiség $0,5\text{ }\mu\text{g}$ nitrogén-dioxid.

A módszer hibája: $\pm 10\%$ a mért értékre vonatkoztatva.

A vizsgálathoz szükséges vegyszerek

1. Elnyelető oldat (Saltzman-reagens):

- 5 g szulfanilsav
- 50 cm^3 96%-os ecetsav
- $0,050\text{ g}$ N-/1-naftil/-etiléndiamin-dihidroklorid
- 10 cm^3 aceton

A fenti reagensekből nitritmentes deszt. vízzel 1 dm^3 oldatot készítünk.

Az oldat sötét üvegben fénytől védve egy hónapig eltartható.

2. Nitrit-törzsoldat I.:

- 1,500 g nátrium-nitritből nitritmentes deszt. vízzel 1 dm³ oldatot készítünk.

A nitrit-ion tömegkoncentráció: 1 g/dm³.

3. Nitrit-törzsoldat II.:

- nitrit-I törzsoldatból 1,0 cm³-t 1 dm³-re hígítunk nitritmentes deszt. vízzel.

A nitrit-ion tömegkoncentráció: 1 mg/dm³ = 1 µg/cm³.

A mintavétel és a mérés

1. A Polezsájev-féle mintavevő edénybe 10,0 cm³ elnyelető oldatot mérünk, és az edény falán megjelöljük a folyadékszintet.
2. Összeszereljük a levegőminta-vevő eszközt. Elvi vázlata az 1. ábrán látható.
3. Megkezdjük a mintavételt: az oldaton 30 percig 0,5-1 dm³/perc térfogatárammal levegőt szívunk át.
4. A mintavétel befejezésekor ellenőrizzük az elnyelető oldat térfogatát, ha szükséges deszt. vízzel 10,0 cm³-re egészítjük ki.
5. A rózsaszínűre színeződött oldatot 15 perc múlva 545 nm hullámhosszon az elnyelető oldathoz hasonlítva fotometráljuk.
6. A minta nitrogén-dioxid-tartalmát az abszorbancia (A) értékek alapján kalibrációs görbe segítségével határozzuk meg.

Kalibrációs görbe készítése

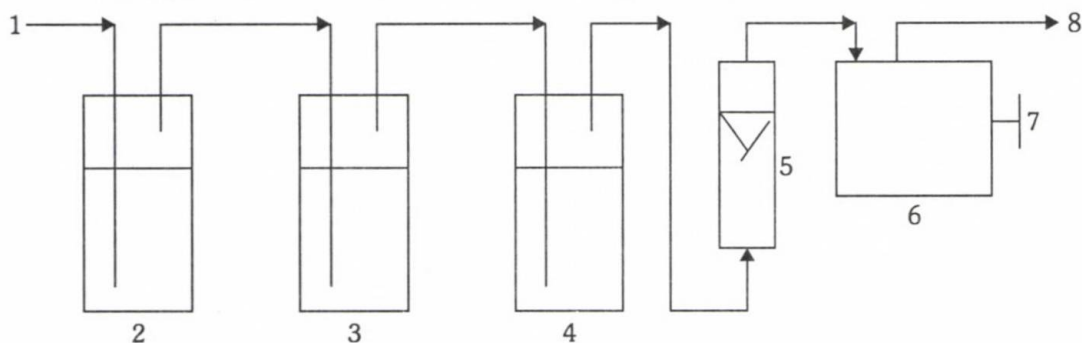
1. Dugóval ellátott kémcsövekbe a 4. táblázat 1. és 2. sorában megadott arányokban elnyelető oldatot és nitrit-II (1 µg/cm³) törzsoldatot mérünk. Az oldat összetérfogata mindig 10 cm³ lesz.
2. A kémcsöveket lezárjuk, összerázzuk, és 15 perc múlva 545 nm hullámhosszon az elnyelető oldathoz hasonlítva fotometráljuk. A 4. táblázat 3. sorában 10 cm³ oldatban levő nitrit-ion mennyiségét tüntetjük fel. A táblázat 4. sorában a Saltzman-faktor figyelembevételével átszámolt nitrit-ion mennyiségnek megfelelő nitrogén-dioxid mennyiség szerepel.

A Saltzman-faktor értéke: 0,72.

A Saltzman-faktor a nitrogén-dioxid gáz és a nitrit-ion eltérő sztöchiometriai viselkedését veszi korrekcióba. A faktor értékét kísérleti úton határozták meg. A diazotálási reakcióban 0,72 mol nitrit-ion 1 mol NO₂ gázzal ekvivalens.

A táblázat 5. sorába a fotometrálskor leolvasott abszorbancia értékeket írjuk.

3. Elkészítjük a kalibrációs görbét. A függőleges tengelyen az abszorbanciát, a vízszintes tengelyen a nitrogén-dioxid mennyiségét ábrázoljuk.



1. ábra

1: levegőminta bevezetés; 2, 3: Polezsájev-féle mintavevő edények az elnyelető folyadékkal;
4: cseppfogó szilikagéllal; 5: rotaméter; 6: légszivattyú; 7: térfogatáram szabályozó szelep;
8: levegő elvezetés

1.	elnyelető oldat [cm ³]	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,5	8,0
2.	nitrit-II [cm ³]	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,50	2,00
3.	nitrit [µg]	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,50	2,00
4.	nitrogén-dioxid [µg]	0,28	0,56	0,83	1,11	1,39	2,08	2,78
5.	abszorbancia A							

4. táblázat

Az eredmény kiszámítása

A számításához szükséges adatok:

1. A minta abszorbanciája:
 $A = \dots\dots\dots$
2. A kalibrációs görbéről leolvasott, a minta abszorbanciájának megfelelő nitrogén-dioxid mennyiség:
 $m(\text{NO}_2) = \dots\dots\dots \mu\text{g}$
3. A levegő térfogatárama:
 $Q = \dots\dots\dots \text{dm}^3/\text{perc}$
4. A mintavétel ideje:
 $t = \dots\dots\dots \text{perc}$

Számítás:

1. Kiszámítjuk a mintavétel során átszívott levegő térfogatát:
 $V = Q \cdot t = \dots\dots\dots \text{dm}^3$.
2. Kiszámítjuk 1 m³ levegőben levő nitrogén-dioxid-tartalmat, és megadjuk a nitrogén-dioxid tömegkoncentrációját:
 $c(\text{NO}_2) = \dots\dots\dots \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Minősítés:

A levegő szennyezettségét az immisszió mérési eredmények alapján minősítjük úgy, hogy az adott területre és időtartamra vonatkozó, szabványban (MSZ 21854-1990) előírt határértékekkel összehasonlítjuk a mérési eredményünket.

A levegőt **szennyezettnek** minősítjük, ha az immissziós mérések eredményei a megengedett határértéket meghaladják.

A levegő **megfelelő minőségű** a vizsgált szennyező anyagot tekintve, ha az immissziós mérések eredményei a megengedett határértéket nem haladják meg.

1. A vizsgálatunk eredményét összehasonlítjuk az előírt határértékekkel és megállapítjuk a levegő minőségét a vizsgálatunk helyén és idején.

pítjuk a levegő minőségét a vizsgálatunk helyén és idején.

2. Ha kisszámú vagy egy mérést végeztünk, az eredményt és a minősítést csak tájékoztató jellegűnek tekintjük arra a helyre és arra az időre vonatkozóan, amikor vizsgáltunk.

Jegyzőkönyvkészítés

Készítünk részletes jegyzőkönyvet a mérésről az alábbi szempontok alapján:

1. A mérés menetének leírása
2. A reakcióegyenletek felírása
3. A mérési adatok feltüntetése
4. Kalibrációkészítés
5. Számítás
6. Táblázatosan foglaljuk össze a méréssel kapcsolatos legfontosabb információkat.

A mérési módszert az MSZ 21456/4-77 szabvány alapján dolgoztuk ki.

Összegzés

A tanulók a feladatok elvégzése során megtanulják a mintavételi eljárásokat, megismerik a mintavevő eszközöket, össze tudják állítani ezeket, megismerkednek a levegővizsgálati módszerekkel, szabványokkal, értelmezni és alkalmazni tudják a levegőminőségi határértékeket, a vizsgálatról szakszerű, precíz jegyzőkönyvet tudnak készíteni.

Remélhetőleg segítünk egy olyan pozitív szemléletmód kialakításában, amellyel környezetvédelmi szakemberként és emberként egyaránt sokat fognak tenni a jövőben Földünk totális elszennyeződése ellen.

Szeny- yező anyag	Veszé- lyességi fokozat	Kiemelten védett övezet			Védett I. övezet			Védett II. övezet		
		éves	24 órás	30 perces	éves	24 órás	30 perces	éves	24 órás	30 perces
nitrogén- dioxid	2	30	70	85	70	85	100	120	150	200

5. táblázat

A szabvány nitrogén-dioxidra vonatkozó határértékei $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ben

Csikós Magdolna

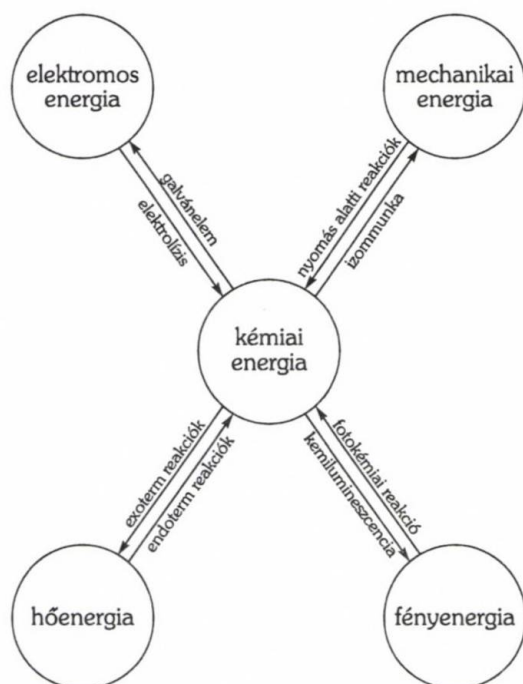
A kémiai energia és más energiafajták kapcsolatának szemléltetése a kémiaoktatásban¹

Lehet-e szeretni a kémiát? Minden tanár természetes igénye és vágya, hogy tanulói figyelmét és érdeklődését felkeltse tantárgya iránt, így növelve a tanítás eredményességét, a tanult ismeretek felhasználhatóságát a mindennapi életben. A kémia eredményes tanítása nem képzelhető el kellő és megfelelően kiválasztott kísérlet bemutatása nélkül. A demonstrációs és tanulókísérletek a kémia megszerettetésének fontos eszközei, de elsődleges céljuk a kémiai fogalmak, folyamatok megértetése, a tananyag elsajátításának megkönnyítése. Tapasztalataim szerint még azok a tanulók is élvezik és igénylik a kísérletek bemutatásán, elvégzésén és elemzésén alapuló kémiaoktatást, akik nem különösebben motiváltak a kémia tantárgy tanulásában.

Energiaszükséglet, energiatermelés, energia-takarékosság, energiaátalakítás- és átalakulás, energia-megmaradás. Ezeket a „bűvszavakat” hallják és olvassák a gyerekek a médiából, újságokból, plakátokon és még sok-sok helyen.

Mi az energia? Milyen fajtái vannak? Hogyan alakulnak és alakíthatók át az egyes energiafajták egymásba? Ezek és más kérdések merülnek fel az energia tanításával kapcsolatban. Az energia azonban sem a fizikában, sem a kémiában nem tartozik az egyszerű fogalmak közé. Vannak könnyen érzékelhető energiafajták, például a mozgási és a hőenergia, és vannak láthatatlan mégis működő energiák. Az energia közismert fogalom, amely nemcsak a fizika-

kémiaórákon, hanem a mindennapi életben is fontos szerepet tölt be. Világunkban minden jelenség, folyamat energiaátadással kapcsolatos. A kémikus érdeklődésének középpontjában természetesen a kémiai energia átalakulásának vizsgálata áll. (1. ábra) A következőkben ismert – az egyes energiafajták és a kémiai energia kapcsolatát szemléltető – kísérleteket rendeztem csoportokba [1-3] A kísérleteket természetesen nem feltétlenül ilyen csoportosításban kell elvégezni, de a már korábban bemutatott kísérletek felidézése és csoportosítása segíthet az energiafogalom és az energiafajták egymásba való kölcsönös átalakíthatóságának jobb megértésében.



1. ábra

¹ Az ELTE TTK Kémiai Tanszékcsoportja által szervezett tanártovábbképzésen készült záródolgozat rövidített változata a cikk.

I. A kémiai energia és a hőenergia kapcsolata

1. A glükóz oldása vízben

Bárki, aki evett már elporított szőlőcukrot, tapasztalhatta, hogy a szájában először melege-dést, majd lehűlést érez. Vizsgáljuk meg a jelen-séget egy kicsit alaposabban!

- Mérjük ki egy kis főzőpohárba 20 g elpo-rított szőlőcukrot, majd adjunk hozzá 10 cm³ vizet! A víz hőmérsékletét előzőleg mérjük meg, és jegyezzük fel! Keverjük össze a főzőpohár tartalmát, majd mérjük meg a keletkezett cukorszirup hőmérsékle-tét! Azt tapasztaljuk, hogy magasabb, mint a kiindulási vízhőmérséklet volt.
- További kb. 20 cm³ víz hatására a hőmér-séklet fokozatosan csökken, s végül kisebb lesz, mint az eredeti vízhőmérséklet volt.

A furcsa hőmérsékletváltozások hátterében a szőlőcukor-molekulák és a vízmolekulák kö-zött kialakuló, illetve a szőlőcukor molekulái között megszűnő hidrogénkötések állnak. A hid-rogénkötések kialakulása és elbomlása ener-giaváltozással jár. Ezek eredőjeként a) esetben hőmérséklet-emelkedést, b) esetben hőmér-séklet-csökkenést figyelhetünk meg.

2. Exoterm és endoterm oldódás

Két főzőpohárba öntsünk kb. 20-30 cm³ vi-zet! Mérjük meg a víz hőmérsékletét hőmérő-vel!

Az egyik pohárba tegyünk néhány kanálnyi mosóport, és oldódás után mérjük meg az oldat hőmérsékletét! Kismértékű hőmérséklet-emelke-dést tapasztalunk (exoterm). A másik pohárban lévő vízbe szórjunk 1-2 kiskanálnyi szalalkálit (NH₄HCO₃), és mérjük meg az oldat hőmér-sékletét! Az oldat hőmérséklete csökken (endo-term).

3. Kristályos réz(II)-szulfát hevítése

Hevítünk kb. 1 g kristályos réz(II)-szulfátot kémcsőben mindaddig, míg ki nem fehéredik az anyag! Hagyjuk lehűlni, majd tegyük át fő-zőpohárba. Cseppenként adjunk vizet a fehér

kristályvízmentes réz(II)-szulfáthoz, és mérjük meg a hőmérséklet-változást!

A kék színű CuSO₄ · 5H₂O hő hatására el-veszti kristályvíztartalmát, és fehér lesz (endo-term). Víz hozzáadásakor az ionok hidratálód-nak, és ismét kék színű lesz a réz(II)-szulfát (exoterm).

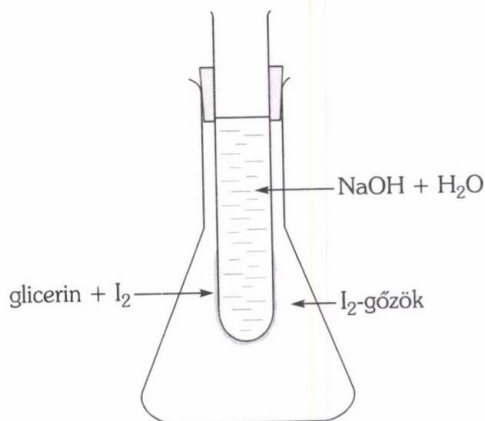
4. Exoterm és endoterm folyamat egyidejű bemutatása

A kémcső külső falát kenjük be vékonyan glicerinnel, majd óvatosan forgassuk meg egy nagyobb óraüvegre elhelyezett jódkristályok-ban! Így érhetjük el, hogy a kémcső falára ra-gadjon néhány kisebb jódkristály.

Szórjunk a kémcsőbe kb. egy kiskanálnyi nátrium-hidroxid-pasztyillát! Vatta (vagy lehet dugó is) segítségével helyezzük el a kémcsövet úgy, hogy a lombikba nyúljon be!

Töltsünk a kémcsőben lévő nátrium-hidro-xidra annyi vizet, hogy félig legyen a kémcső! Keverjük meg üvegbottal a kémcső tartalmát! Figyeljük meg, hogy 1-2 perc múlva a lombikot lila jódgőz tölti meg. (2. ábra).

A nátrium-hidroxid vízben való oldódása exo-term folyamat, az oldáshő értéke: -42,3 kJ/mol. A jód hevítés hatására szublimál. Ez endoterm átalakulás, hiszen a kristályrácsból ki kell sza-kítani a jódmolekulákat. A jód szublimációjá-hoz szükséges hőenergiát a szilárd nátrium-hidroxid vízben való oldódásakor felszabaduló hőmennyiség fedezi.



2. ábra

5. A kristályosodást kísérő hőenergia-változások

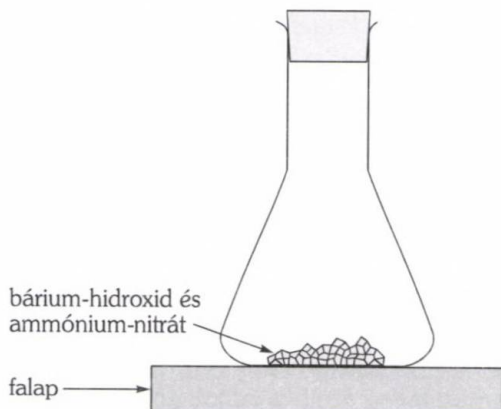
Kisebb főzőpoharat töltünk meg 1/3 részig kristályos nátrium-tioszulfáttal ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), adjunk hozzá 2-3 csepp glicerint, majd vízfürdőn melegítsük addig, míg saját kristályvizében feloldódik. Töltsük a sűrű, meleg oldatot előmelegített tölcseren át tiszta, száraz kristályosító csészébe! Állítsuk az edényt rázkódásmentes helyre, várjuk meg, míg teljesen kihűl! Kihűlés után dobjunk bele 3-4 szem nátrium-tioszulfát kristályt! A túltelített oldatból a nátrium-tioszulfát teljes tömegében kikristályosodik, miközben jelentősen felmelegszik. A hőmérséklet-változás hőmérővel nyomon követhető.

6. Endoterm kémiai reakció két szilárd anyag között

Mérjük le 32 g kristályos bárium-hidroxidot és 17 g ammónium-nitrátot, és szórjuk a lombikba! (3. ábra) Zárjuk le a lombikot dugóval, majd gyors, erőteljes rázással indítsuk meg a két szilárd anyag reakcióját!

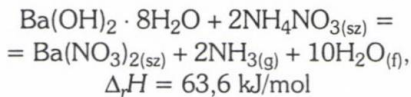
Mintegy 1 perc alatt jelentős mennyiségű víz képződik a lombikban, ha beleszagolunk, akkor erős ammóniaszagot érzünk. Az erős lehűlés abból is látszik, hogy a levegő páratartalma ráfagy a lombik külső falára.

Előzőleg csöppentsünk a falap közepére 10-15 csepp vizet, majd helyezzük a lombikot úgy a lapra, hogy az aljának a közepe a víztócsa közepén legyen! Figyeljük meg, hogy a lombik 2-3 perc alatt odafagy a laphoz. (3. ábra)



3. ábra

A két szilárd anyag között sav-bázis reakció megy végbe. A reakció erős lehűléssel jár, a mérések szerint $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig is csökkenhet a hőmérséklet.



II. A kémiai energia, a hő- és a fényenergia kapcsolata

1. A jód és az alumínium reakciója

Porcelán dörzsmozsárban kb. 0,5 g jódkristályt elporítunk, és azonos mennyiségű finom alumíniumporral összekeverjük. Az elkészített keveréket azbesztes dróthálóra halmozuk, és a keverék közepébe 1-2 csepp vizet cseppentünk. A víz hatására beindul a reakció, és a két anyag heves füstképződés és fényjelenség közben egyesül. A jód egy része szublimál, ezért lila füst keletkezik. A folyamatot a víz katalizálja.



2. A kén és a cink reakciója

Óraüvegen keverjük össze 2,2 g finom cinkport és 1,2 g kénport! A keveréket púpozuk a vaslemezre és melegítsük, majd a melegítést szüntessük meg! Rövid idő múlva a keverék felizzik, és erős fény- és hőjelenség kíséretében a két anyag egyesül.

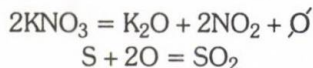


3. Lángtűnemény

Mérjük le 7 g kálium-nitrátot és 3 g kénport, keverjük össze a két anyagot, majd szórjuk száraz kémcsőbe a keveréket! Nyitott ablaknál vagy fülke alatt fogjuk állványba a kémcsövet, és tegyük alá homokos tálat! Melegítjük a kémcsövet, amíg az anyagok megolvadnak, és kék láng jelenik meg, majd hagyjuk abba a hevítést!

Nagyon heves fénytűneménnyel megy végbe a reakció, a nagy hőtől pedig a kémcső eltorzhat.

A hevítés hatására a KNO_3 elbomlik, és a fejlődő oxigénben a kén hevesen ég el.



III. A fényenergia és a kémiai energia kapcsolata

Az ember ősidők óta tudja, hogy a napfény hatalmas energiaforrás.

*„Az élethez kell a fény,
a fényhez a Nap,
a Nap az élet maga.”*

(Milton)

A növények természetes úton alakítják át a Nap fényenergiáját minden élőlény számára felhasználható kémiai energiává. Ez a folyamat a fotoszintézis, melynek előnye, hogy végtermék az oxigén is.

1. Fénykép a levélen (Fényenergiából kémiai energia)

A kísérlet megkezdése előtt válasszuk ki a megfelelő filmnegatívot: éles legyen, és lehetőleg ne tartalmazzon túl apró részleteket. A kép a levélen érintkezési másolási módszerrel keletkezik, ezért nagyítás nem lehetséges. Ha nincs megfelelő negatívunk, egy darab másolópapíron készítsünk fekete tussal valamilyen rajzot, betűt vagy monogramot.

Keressünk a kertben vagy az ablakhoz közeli növényen egy olyan levelet, amelyre ráfér a negatív; sima, gyűrődésmentes legyen, hogy a negatív jól tapadjon rá, és ügyeljünk arra, hogy egész nap érje a fény. A levélre már kora reggel helyezzük rá a negatívot. A negatív az emulzióréteggel felfelé fekdjön. A levél alá tegyünk egy sűrűn lyukasztott kartondarabot, az egészet erősítsük össze gyengén és óvatosan néhány gemkapoccsal. Úgy támasszuk alá, hogy a levél a napfény felé álljon.

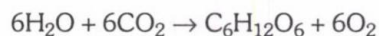
Estefelé vágjuk le a levelet, vegyük le róla a negatívot, majd azonnal merítsük be a levelet 70-80 °C-os vízbe. Ezután tegyük meleg etil-

alkohollal megtöltött kristályosító-csészébe. Addig tartsuk a levelet az alkoholban, amíg az fehér nem lesz.

Ezután előhívjuk a képet. Egy lapos tányérra öntsünk sebfertőtlenítésre használt jódtinktúrát vékony rétegben, és helyezzük rá a levelet! Azonnal megjelenik a pozitív kép, amely világosan kiemelkedik a sötét alapból. A kép megjelenése után a levelet gondosan mossuk le bő vízzel és szárítsuk meg.

A „másolás” technikája igen egyszerű. Ha süt a Nap, a levél sejtjeiben a fotoszintetizálás következtében keményítő képződik. Ha a levél egy részét eltakarjuk a napfény elől, ezeken a letakart helyeken nem képződik keményítő. Az „előhívás” a jód és a keményítő között lejátszódó színes reakción alapszik, miszerint a jód beépül a keményítő szerkezetébe és intenzív kék lesz.

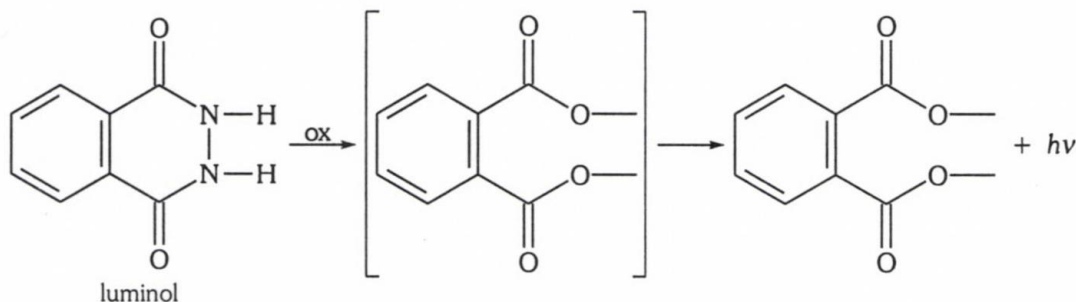
A levelekben, mint minden zöld növényben, a fényenergia hatására oxidációs-redukációs reakciók mennek végbe. A fotoszintézis eredményeként a szén-dioxidból és vízből monoszacharidok, majd polisacharidok képződnek:



A fotoszintézis folyamata két alapvető szakaszban játszódik le. Az első szakaszban a fényenergia hatására a vízmolekulák redoxireakciója révén hidrogén és oxigéngáz képződik. A fotoszintézis második szakaszában a hidrogén és a szén-dioxid redoxireakciójával egyszerű cukrok képződnek, ezekből alakulnak ki a polisacharidok, pl. a keményítő.

2. Kemilumineszcencia (Kémiai energiából fényenergia)

A reakcióban felszabaduló energia következtében a reakció egyik terméke gerjesztett állapotba kerül, amelyből foton leadásával jut vissza alapállapotba. A legismertebb fénytermelő vegyület a luminol, amelynek különböző körülmények között lejátszódó oxidációs reakciói változatos színű és intenzitású fényjelenséget produkálnak. (4. ábra)



4. ábra

2/a) Kétszínű kemilumineszcenciás reakció

Oldjunk fel 40 cm³ desztillált vízben 0,8 g nátrium-hidroxidot, 0,005 g luminolt, 25 g kálium-karbonátot és 1 g pirogallot! Keverjük jól össze az oldatot, majd adjunk hozzá 10 cm³ 40 tömegszázalékos formaldehid-oldatot! Öntsük az egészet 1000 cm³-es főzőpohárba, állítsuk tálcára, majd adjunk hozzá 30 cm³ 30 tömegszázalékos hidrogén-peroxid-oldatot!

Először az oldat pirosan világít, majd kék színű habzást figyelhetünk meg. A piros fény a pirogallol és formaldehid oxidációját, a kék a luminol oxidációját kíséri.

2/b) Kemilumineszcenciás reakció háztartási hypóval

Készítsünk A és B oldatot!

A oldat: 10 cm³ hypót 90 cm³ desztillált vízzel elegyítünk

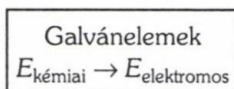
B oldat: 100 cm³ desztillált vízben 3-4 pasztilla nátrium-hidroxidot, majd rizsszemnyi luminolt oldunk fel.

Az A és B oldatokat sötétben összeöntjük. Az oldat gyönyörű kék színnel világít.

Hypó (NaOCl) hatására lúgos közegben a luminol oxidálódik, és a reakciót kísérő energia egy része fényenergia formájában kisugárzódik. Ehhez hasonló reakció megy végbe a szentjánosbogárban is. A biolumineszcenciás reakciókat enzimek (pl. luciferáz) katalizálják.

IV. A kémiai energia és az elektromos energia kapcsolata

Az elektrokémia az elektromos jelenségek és a kémiai átalakulások kapcsolatával foglalkozik.



1. Galvánelemek – Daniell-elem

Mérjük egy 200 cm³-es főzőpohárba 100 cm³ 1 mol/dm³ koncentrációjú cink-szulfát-, a másikba 100 cm³ 1 mol/dm³ koncentrációjú réz(II)-szulfát-oldatot. Helyezzünk a réz(II)-szulfát-oldatba egy rézlemez, a cink-szulfát oldatba egy cinklemez! A két oldatot kössük össze az agar-agar kocsonyát és kálium-nitrátot tartalmazó U-csővel (sóhíddal)! A fémlemezeket krokodilcsipesszel kapcsoljuk a mérőműszerhez. A műszer potenciálkülönbséget jelez, tehát a cink oxidációja és a réz(II)-ionok redukciója során a kémiai energia elektromos energiává alakult, galvánelem jött létre, amelynek elektromotoros ereje 1,1 V.

Galvánelemet más módon is összeállíthatunk, például gyümölcsbe, zöldségbe (burgonya) helyezett cink és rézlemez segítségével is [1, 2].

2. Akkumulátormodell

U-csőbe 20%-os kénsavoldatot öntünk és a két szárba ólomelektrodákat helyezünk, amelyeket egyenáramú feszültségforrás pozitív, illetve negatív sarkával kötünk össze. 4-5 percig

elektrolizáljuk a kénsavoldatot, majd megszakítjuk az áramkört, és a feszültségforrás helyett zseblámpaizzót kapcsolunk a két ólomelektrodra. A zseblámpaizzó égni fog (kisütés), jelezve, hogy az elektrolízis során (feltöltés) galvánelem jött létre.

Megjegyzés: az akkumulátorlemezek egy inaktív rácsból vagy hordozóból és az abba felvitt $\text{Pb}/\text{H}_2\text{SO}_4$ – pasztából állnak. A pozitív lemezeket az PbO PbO_2 -dá történő oxidálásával, a negatív lemezeket pedig az PbO elemi ólom-má való redukciójával aktiválják (feltöltés).

Kisütéskor az elemi ólom ólom(II)-ionokká (Pb^{2+}) való oxidációja, illetve a PbO_2 PbO -dá való redukciója megy végbe, s így a külső áramkörben a negatív saroktól a pozitív sarokra töltésáramlás, elektromos energiatermelődés megy végbe.

3. Cink-jodid oldat elektrolízise

U-alakú üvegcsövet kb. 3/4 részig megtöltjük $\sim 1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú cink-jodid oldattal. A cső száraiba grafitelektrodot illesztünk, és lapos zseblámpatelep vagy egyenáramú feszültségforrás ($\sim 11 \text{ V}$) két pólusához kötjük. Rövid idő múlva megfigyelhetjük a katódon leváló fémcinket és az anód környezetében barnássárga színnel leváló jódot.

Egyenáram hatására az anódon



a katódon



oxidációs-redukciós folyamatok mennek végbe, tehát az *elektromos energia* az elektrolízis során *kémiai energiává alakul*.

V. A mechanikai energia és a kémiai energia kapcsolata

A kémiai reakciók során sok esetben a kémiai energia egy része mechanikai (pl. mozgási) energiává alakul.

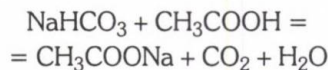
1. Nátrium reakciója vízzel

Kristályosítócsészét töltünk meg félig vízzel, és helyezzük írásvetítő munkasztalára! Egy borsószem nagyságú megtisztított nátriumdarabkát csipesszel helyezünk a vízfelület közepére, majd lépünk hátra! A fém fényes gömbbé olvad, és sisteregve, *cikázva mozog* a víz felszínén, sőt előfordulhat, hogy *kiugrik* az edényből; ékes bizonyítékul annak, hogy a redoxi-reakció során a kémiai energia egy része mechanikai (mozgási) energiává alakult.

2. „Vulkán” készítése

Tanulóinknak otthoni feladatra is adható, teljesen veszélytelen kísérlet.

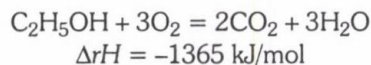
Egy lapos tányérba (műanyag fedő vagy lap is jó) állítsunk üres kémcsövet vagy orvosságosüveget! Építsük körbe gyurmával (vagy agyaggal) úgy formázva, hogy egy hegyre hasonlítson. Tegyük bele két kávéskanálnyi szódadikarbonát! $8\text{--}10 \text{ cm}^3$ 20%-os étellecetet színezzünk meg például céklalével. Öntsük rá az ecetsavat a NaHCO_3 -ra. A keletkezett hab végigfolyik a „hegy” oldalán, mintha igazi láva volna.



3. Fekete kígyó születése

Mérjünk le $0,2 \text{ g}$ nátrium-hidrogén-karbonátot és 1 g porcukrot, keverjük alaposan össze a két anyagot! Szórjunk homokot egy agyagos dróthálóra, amelynek közepébe csináljunk bemélyedést, és ide szórjuk a fehér porkeveréket! Locsoljuk körbe alkohollal, majd gyújtuk meg égő gyújtópálcával!

Rövid idő múlva a fehér porból barnás-fekete „kígyók” (vagy sokfejű sárkány) bújnak ki, amelyek különböző magasságúra és hosszúságúra nőnek meg. Az etil-alkohol égésekor hő szabadul fel:



Hő hatására a nátrium-hidrogén-karbonát elbomlik:



A cukor elszénesezik a hő hatására, a képződő szén-dioxid pedig felfújja a megfeketedett anyagot.

4. Az izomműködés energetikája

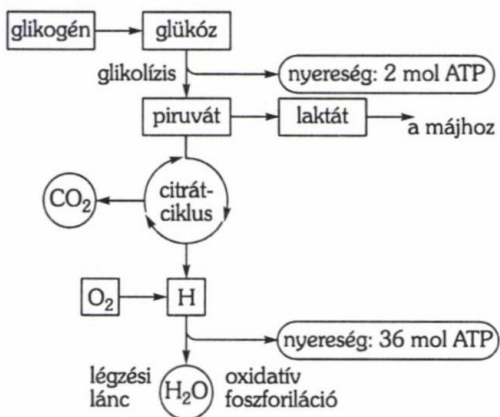
Az izomösszehúzódás mechanikai energiája közvetlenül abból a kémiai energiából származik, amely a rendelkezésre álló adenozintrifoszfát (ATP) anaerob bomlásánál felszabadul. (5. ábra)

Úgy gondolom, most már válaszolhatunk a cikk elején feltett kérdésre. *Igen, a kémiát lehet szeretni!* Az összegyűjtött kísérleteket tanítási gyakorlatomban sikerrel alkalmaztam. Tanítványaim közül 1998 tavaszán többen elvégezték a „Fénykép a levélen” kísérletet, a jól sikerült darabokat őrzöm és felhasználom.

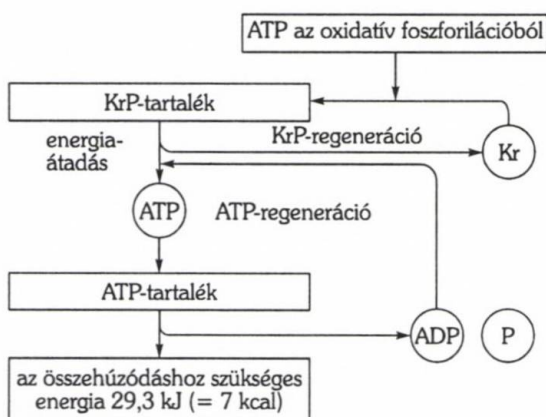
A kémiai energia és más energiafajták kapcsolatát jelenleg a gimnázium harmadik osztályában az elektrokémia tanítása után *rendszerző ismétlésként* iktatom be a tananyagba, de végösszefoglalásnál, érettségire, felvételire való felkészítésnél is elengedhetetlen.

Irodalom

- [1] Rózsahegy Mária – Wajand Judit: Látnyos kémiai kísérletek, Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1999.
- [2] Rózsahegy Mária – Wajand Judit: 575 kísérlet a kémia tanításához. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1998.
- [3] Rózsahegy Mária – Wajand Judit: Kémia itt, kémia ott, kémia mindenhol, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 1995.
- [4] SH atlasz Biológia, Springer Hungarica, Budapest, 1994.
- [5] Tóth Zoltán: Hírek, érdekességek külföldi folyóiratokból. KÖKÉL. 1998/2.



anaerob és aerob energianyerés
E glükózból



kreatinfoszfát (KrP) és ATP,
F az izomban lévő energiaforrásként

5. ábra

Dr. Tóth Zoltán

Beszámoló konferenciákról

Az elmúlt évben három olyan nemzetközi, illetve országos szintű konferencia volt, amelynek fő témája a természettudományok (köztük a kémia) oktatása.

Természettudományos nevelés

a 21. században

International Conference on Science Education for the 21st Century. Szeged, 1999. június 22-25.

Az UNESCO Világkonferenciához (Budapest, 1999. június 26 – július 1.) tartozó rendezvénynek 60 résztvevője volt, akik a világ 20 országából érkeztek. A plenáris előadások, szekcióelőadások és poszterek a következő témaköröket ölelték fel: A 21. század kihívásai a természettudományos oktatással szemben. A jövő természettudósainak nevelése, a tehetséggondozás eredményei és feladatai. A kognitív képességek fejlesztése a természettudományok tanítása során. Új technológiák alkalmazása a természettudományos nevelésben. A természettudományok népszerűsége csökkenésének okai. A természettudományos oktatás hazai és nemzetközi eredményeinek bemutatása.

A plenáris előadások közül ki kell emelni Marx György előadását a természettudomány tanításának új erkölcsi feladatairól (*New Moral Duties of Science Education for All*), Csapó Benő előadását a tudomány és az oktatás viszonyáról (*Bridging the Gap between Science and Education*) és Stella Vosniadou előadását a fogalmi fejlődésről (*From Research in Cognitive Science to the Design of Science Education*). Érdekes színfoltja volt a konferenciának az utolsó napon programon kívül előadást tartó

Carleton Gajdusek, aki a prionokkal kapcsolatos kutatásaiért 1976-ban orvosi Nobel-díjat kapott.

A konferencia záróülésén élénk vita kerekedett arról a kérdésről, hogy miért csökken világszerte a természettudományok iránti érdeklődés. A hozzászólók szerint a legfontosabb okok a következők: nagy a szakadék a természettudományok és azok oktatása között; a tanulóknak nem a természettudományokkal van bajuk, hanem azzal, ahogy azt oktatjuk.

Sajnos, ezen az igen jól szervezett konferencián elsősorban a fizikusok, fizikatanárok hallatták szavukat. Az előadások és poszterek között mindössze 2 kémiai tárgyú (Tóth Zoltán: *Chemistry Textbooks as Sources of Students' Misconceptions; Balancing Chemical Equations as a Tool for Studying and Improving Students' Reasoning*) és 2 biológiai tárgyú volt.

A fontosabb és érdekesebb előadások magyar nyelvű változata az *Iskolakultúra* 1999. októberi számában olvasható.

A kémiaoktatás kutatásának 5. európai konferenciája

5th European Conference on Research in Chemical Education, Ioannina (Görögország, 1999. szeptember 21-25.

A kémiaoktatás kutatásával foglalkozó nemzetközi konferenciát kétévénként rendezik meg Európa valamelyik országában. Legutóbb 1997-ben az angliai Yorkban volt a 4. konferencia, legközelebb, 2001-ben pedig a portugáliai Portó ad otthont a rendezvénynek.

A görögországi Ioanninában megrendezett 5. konferencián Európa országaiból (és néhány a tengerentúlról) összesen 135 egyetemi oktató és kémiatanár vett részt. A programban 101 előadás, illetve poszter szerepelt. A konferencia szakmai színvonalát emelte, hogy a beküldött előadásanyagokat 2-2 független szakértő bírálata után fogadta el, javasolta átdolgozásra vagy utasította el a szervezőbizottság.

A 7 plenáris előadás közül ki kell emelni Hans-Jürgen Schmidt német professzor nagyszerű előadását (*Should Chemistry Lessons Be More Intellectually Challenging?*), amelyben az előadó – többek között – megfogalmazta, hogy új tanítási kultúrára van szükség a kémia oktatásában is: egy olyan kultúrára, amelyben a tanárt elsősorban az érdekli, hogy a tanulók miként gondolkodnak, és ebből kiindulva segíti őket kémiatudásuk kialakításában. Ezt a tanítási stratégiát erősítette meg Stella Vosniadou is előadásában (*Research-based Learning Environments to Promote Conceptual Change in Science*), amely lényegében a szegedi konferencián elhangzottak ismétlése volt. Uri Zoller előadásában (*Interdisciplinary Systematic HOCS Development – The Key for Meaningful STES-Oriented Chemical Education*) megpróbálta összefoglalni, hogy a kémiának milyen alapvető fogalmakat kell kialakítania. Ilyenek: megfordítható és nem-megfordítható folyamat, dinamikus egyensúly, környezet-rendszer-komponens, exponenciális növekedés, fenntartható fejlődés, optimalizálás. Számos előadás foglalkozott a tanulók tévképzeivel, egyes kémiai fogalmak tanításának nehézségeivel, a kémiai kísérletek szerepével. Döbbenetes adatokat láthattunk hallhattunk arról, hogy egyetemi-főiskolai hallgatók milyen alapvető tévképzetekkel rendelkeznek pl. a víz párolgását, valamint az oldást illetően. Nagyon tanulságos volt az az előadás is, amelyben a szerzők azt szemléltették, hogy pusztán a kísérletezéssel nem lehet a gyerekek már kialakult tévképzeit korrigálni.

Az egész konferencia légkörét a konstruktív pedagógia szelleme határozta meg, és meglepő módon csak néhány előadás, illetve poszter foglalkozott a számítógéppel segített kémiaoktatással.

A konferenciának két magyar résztvevője is volt, akik posztert mutattak be: Szepes László az ELTE-ről (*Updated Inorganic and Organometallic Laboratory Course for Junior Chemistry Students*) és Tóth Zoltán a KLTE-ről (*Dynamic Models in Chemical Education; Some Numerical Problems for Improving Students' Problem-solving Thinking*).

A konferencia sok résztvevőjével találkozhatnak a magyar kémiatanárok a 2000. augusztus 5-10. között Budapesten megrendezendő 16. Kémiaoktatási Világkonferencián (*16th International Conference in Chemical Education*).

Természettudományi szakmódszertanosok 3. országos találkozója

Kossuth Lajos Tudományegyetem,
Debrecen, 1999. október 27-29.

Az 1995-ben Szegedről indult, majd Pécsen kiszélesedett kezdeményezés folytatásaként a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karának szakmódszertanosai szervezték a 3. országos találkozót. A rendezvénynek 102 regisztrált és kb. félszáz alkalmi résztvevője – elsősorban egyetemi oktatók, szaktanácsadók, általános és középiskolai tanárok – volt.

A konferencia szakmai programját 3 plenáris előadás nyitotta meg: Beck Mihály akadémikus előadásában (*A tudományos ismeretek és az oktatás*) azt az örökzöld kérdést tárgyalta, hogy miként tudja kezelni az oktatás az egyre gyarapodó tudományos ismerethalmazt. Pálinkás József államtitkár előadásában (*Kép és képzelet. Gondolatok a természettudományok oktatásáról*) az ismeretátadás képszerűségére

hívta fel a figyelmet, majd pár percben ismertette az Oktatási Minisztérium kerettantervekkel kapcsolatos álláspontját. Végh László fizikus egy többek által vitatott, de aktuális témáról, a vallás és a tudomány viszonyáról tartott előadást (*Természettudomány és vallás*).

Másnap a szakmai munka 7 szekcióban (biológia, fizika, földrajz, informatika, kémia, környezet, matematika) folytatódott. Az egyik legnépesebb szekció a kémia volt. Ennek keretében a következő előadásokra került sor: Póta György (KLTE): *Elektronikus segédanyagok a kémia tanításában*; Sarka Lajos (BGYTF): *„Kémia önképzőkör” a Nyíregyházi Főiskolán*; Óry Imre (BDTF): *A kimenet mérése és értékelése a 8. osztályban év végén kémiából*; Soltész György (KLTE): *Adalékok az objektivitáshoz. Egy számolási feladat értékelésének tapasztalatai*; Wajand Judit, Rózsahegyi Márta (ELTE): *A múlt, a jelen és a jövő a kémia oktatásában és a tanárképzésben*; Kovácsné Csányi Csilla (FPI): *Általános és középiskolai mérések tapasztalatai a fővárosban*; Victor András (ELTE TFK): *Több-szak-módszertan*; Róka András (ELTE TFK): *Kémiatörténet az értelem fejlődésének tükrében*; Tóth Zoltán (KLTE): *„Bermuda-háromszögek” a kémiában*.

A zárónapon a természettudományi szakmódszertanosok doktori (PhD) képzésének problémáiról folyt eszmecsere. Szabó József tanárképzési rektorhelyettes (KLTE) vitaindítója után Lajkó Károly (KLTE) ismertette a matematika-didaktika doktori program előkészítésének, akk-

reditálásának problémáit (*Matematikadidaktika doktori program Magyarországon*), majd a fizika oldaláról Tasnádi Péter (ELTE), a biológia részéről Revákné Markóczy Ibolya (KLTE), a kémia területéről Tóth Zoltán (KLTE) tekintette át a szakmódszertani doktori képzés lehetőségeit. A hozzászólók egyhangúlag kifejezték, hogy minden tudományág esetén szükség lenne önálló szakmódszertani doktori programra. A jelenlegi gyakorlat, miszerint a szakmódszertanosok pedagógiai, pszichológiai vagy szaktudományi doktori programokba kapcsolódhatnak be, csak átmeneti jellegűnek tekinthető. Az önálló szakmódszertani doktori programok létrehozásának azonban számos feltétele van: így például a területen dolgozók tudományos minősítése, illetve tudományos publikációs tevékenységének erősítése. Ez olyan problémákat vet fel, mint pl. a szakmódszertanosok oktatási terhelésének csökkentése, illetve magyar nyelvű referált folyóirat létrehozása a megfelelő szintű publikációs lehetőség megteremtésére. (Ez utóbbira valószínűleg a jelenleg is igen magas szakmai szintet képviselő *Iskolakultúra* c. folyóirat lenne a legalkalmasabb.)

A rendezvény résztvevői a záróértekezleten is egyhangúlag megfogalmazták aggodalmukat a természettudományok oktatásának jövőjét illetően, a minisztérium kerettantervekkel kapcsolatos terveinek ismeretében. A rendezvénysorozat folytatására 2000-ben, az ELTE Tanárképző Főiskolai Karán kerül sor.

* * *

Pontosítás

Az elemek kémiája (Greenwood – Earnshaw) című – a kémiatanároknak nélkülözhetetlen – háromkötetes mű nem olcsó. A Nemzeti Tankönyvkiadó tájékoztatása szerint oktatási intézményeknek még egy példány vásárlása esetén is 40%-os kedvezményt ad. Érdemes élni a felkínált lehetőséggel. A könyvről írt recenziót folyóiratunk 1999/4. számában találhatják meg.



Köszöntjük a 16. Kémiaoktatási Világkonferencia résztvevőit Budapestről

Fredfordulóra készül a világ. A kereszténység kétezredik évébe lép az emberiség. Magyarország számára 2000 kettős évforduló, hiszen a magyar állam ekkor lesz ezeréves – ennek ünnepe a Magyar Millenium.

Az évszázados vándorlás után Közép-Európában letelepült magyarok első királyát – a később, 1083. augusztus 20-án szentté avatott I. Istvánt – 1000 karácsonyán koronázták meg a II. Szilveszter pápa által küldött koronával. A keresztény Európához kötődő magyar állam jelképe azóta is ez a korona, mely az 1989-ben kikiáltott új, demokratikus Magyar Köztársaság címerének is egyik szimbóluma.

A Magyar Millenium elnevezés az évforduló magyar jellegére utal, míg rövidítése – MM – római számként a 2000. évet jelenti, egyszerűen egyfajta tisztelgés is a Kárpát-medencében egykor évszázadokig virágzó római provincia, Pannónia lakosai előtt. A magyarok számára az MM további jelentést is hordoz: az ország életében ez a második Millenium, hisz alig száz éve, 1896-ban a honfoglalás ezredik évfordulója adott alkalmat az ünneplésre. Akkor az Európába érkezés pusztá tényéről emlékezett meg az ország, ez a mostani milleniumi ünneppsorozat viszont egyszerre szól az ál-

lamalapítók és a mai utódaik eltökélt szándékáról, az Európához való szoros kötődésről, ezért a Magyar Millenium lobogója is a magyarság európai integrációját jelképezi.

A Magyar Millenium sokrétű ünnepére belöldi és külföldi programsorozattal, valamint nemzeti örökségének megőrzésére és megújítására tett erőfeszítésekkel készül az ország. Az ünnepségek részben a múltba tekintenek: megemlékeznek mindazokról a magyar szellemi és kulturális értékekről, amelyek az elmúlt évszázadokban az európai kultúrkört gazdagították, és emellett nem hiányzik majd a rendezvények sorából a mai Magyarország teljesítményeinek felmutatása sem.

Az államalapító István király hitt abban, hogy népe gyökeret ereszt a Duna-Tisza közén, és tudta, hogy korának parancsa az ország európai keresztény civilizációjához kötése. Tíz évszázad után a fiatal magyar demokrácia célja, hogy Magyarország az Európai Unió tagjaként egyenrangú formálója lehessen a harmadik millenium történelmének.

Ebben az ünnepi hangulatban várjuk a kémia tudományának tudósait, terjesztőit a világ minden részéről.

PÁLYÁZAT

TANKÖNYVÍRÁSRA

A Mozaik Kiadó pályázatot hirdet általános és középiskolai tankönyvcsaládok megírására az alábbi tantárgyakból:

- IRODALOM
- TÖRTÉNELEM
- TECHNIKA
- RAJZ

A pályázati anyagnak tartalmaznia kell:

- rövid szakmai önéletrajzot
- a tankönyvcsalád tervezett felépítését, koncepcióját
- egy fejezet tematikáját
- a fejezet kidolgozott részletét (3-4 óra anyaga)

A pályázat leadásának határideje:

Irodalom, történelem: 2000. május 20.

Technika, rajz: 2000. április 30. (meghosszabbítva)

A pályázaton nyertes pályamű szerzőjével a kiadó szerződést köt a tankönyvcsalád megírására. A pályázatról részletes felvilágosítást nyújt Árokszállási Ildikó és Tóth Katalin.



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon/Fax: (62) 470-101, 488-282

MOZAIK KÖNYVESBOLTOK

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612
6723 Szeged, Csongrádi sgt. 73., Tel.: (62) 485-522

A KÉMIA TANÍTÁSA

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

Az első szerves kémiai
szintézis
(Hosztafi Sándor)

Kémiai gyorsesztek II.
(Tamás Klára – Riedel Miklós)

„Kaméleon” vegyületek I.
(Kálai Tamás)

Játék a kémiaórán
(Várhegyi Anna)

VIII. ÉVFOLYAM 2000

3

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Dr. Tóth Zoltán

Dr. Soltész György

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 470-185

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Kovács Attila

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 880 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási Minisztérium és a Soros Alapítvány támogatásával.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült

a Generál Print Nyomda Kft.-ben

TARTALOM

Az első szerves kémiai szintézis

Hosztafi Sándor

Tiszavasvári

Érdekességek a kémia történetéből I.

Dr. Szalay Tibor

nyugalmazott egyetemi tanár, KLTE

Kémiai gyorsteszték II.

Tamás Klára – Riedel Miklós

ELTE, Budapest

**A Richter Gedeon Alapítvány
a Magyar Kémia Oktatásáért díjátadó ünnepsége****„Kaméleon” vegyületek I.**

Kálai Tamás

tudományos főmunkatárs, PTE, Pécs

Játék a kémiaórán

Várhegyi Anna

ELTE, TTK IV. biológia-kémia szakos hallgató

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Hosztafi Sándor

Az első szerves kémiai szintézis

Az első szerves kémiai szintézist F. Wöhlernek tulajdonítják, aki 1828-ban „mesterséges” karbamidot állított elő. Számos tudománytörténész ezzel szemben Kolbe ecetsav szintézisét vagy Scheele hidrogén-cianid szintézisét tartja az első igazi szerves szintézisnek. A dolgozat célja egyrészt Wöhler eredményeinek ismertetése, valamint az említett ellentmondások tisztázása. A karbamid előállítása emellett jelentős hatással volt a vis vitalis elméletre, illetve a szerves kémia fejlődésére.

Wöhler mint orvostanhallgató 1821-ben publikált dolgozatot a tiociánsavról a Gilbert's Annalenben, melyben leírja a Hg(II)-rodanid (a fáraó kígyója) különleges viselkedését is. A heidelbergi egyetemen Gmelin irányításával kezdte el vizsgálatait a cianátokkal, és eredményeit 1822-ben és 1823-ban két dolgozatban ismertette. Ekkor közölte az ezüst-cianát analízisét is.

Berzelius kedvezően fogadta Wöhler első dolgozatait, és elismerően írt róluk a Jahresberichtben. Wöhler így Gmelin ajánlására lehetőséget kapott, hogy Berzelius laboratóriumában dolgozhasson. A dicián hidrolízisét Stockholmban vizsgálta, és eredményeit a svéd akadémiai folyóiratban ill. a Poggendorff's Annalesben közölte 1824-ben. A fiatal Wöhler szerencsés volt, hiszen Berzelius ekkor volt a tudományos karrierje csúcán, és rendkívül sokat tanult tőle mind elméleti, mind a gyakorlati módszereket illetően. Önállóan dolgozhatott, de a svéd kémikus a rendszeres diszkussziókkal segítette munkájában.

Wöhler dicián gázt reagáltatott vizes ammóniával, és kimutatta az oxálsav és egy „különleges fehér kristályos anyag” (ez volt a karbamid) képződését. Az oxálsavat a vízben oldhatatlan csapadék, kalcium-oxalát formájában választotta le, majd ólom-oxalát képzéssel tisztította, és így az oxálsavat tudta azonosítani. Mivel az oxálsavat ekkor a szerves savak közé sorolták be, fel sem merült, hogy az oxálsav előállítása a vis vitalis elmélet megdöntését jelenti (Warren, 1928).

Wöhler 1828-ban a berlini egyetemen ammónium-klorid és ezüst-cianát reakcióját vizsgálva ismét a korábban már előállított fehér

kristályos anyag képződését észlelte. Ugyanez a vegyület keletkezett ólom-cianát és ammónia reakciójában. Az ammónium-klorid és ezüst cianát reakciójában Wöhler ammónium-cianát képződését várta. Legnagyobb meglepetésére az oldat nem mutatta a cianát sók jellemző reakcióit. Kálium-hidroxid hatására nem fejlődött ammónia, míg ásványi savakkal (sósav, kénsav) nem tapasztalt gázfejlődést, pedig a ciánsav bomlásakor szén-dioxid és ammónia képződik. Ezenkívül az „ammónium-cianát” oldat nem mutatott csapadékképződési reakciót ezüst vagy ólom sókkal. (Később megállapították, hogy az ammónium-cianát szilárd formában ugyan előállítható, de így sem stabilis, mert szobahőmérsékleten néhány nap alatt karbamiddá izomerizálódik.) Feltűnő volt, hogy tömény salétromsav hatására viszont csapadék képződött. Már ekkor ismert volt, hogy a salétromsav sói jól oldódnak vízben, kivéve a karbamid-nitrátot. A fenti reakciók, illetve az elemanalízis alapján Wöhler megállapította, hogy nem ammónium-cianát, hanem karbamid keletkezett. A vizeletből előállított természetes karbamid minden tekintetben (reakciók, fizikai tulajdonságok) azonosnak bizonyult a mesterséges karbamiddal (Warren, 1928). Az akkori felfogás szerint a szerves vegyületeknek a növényi vagy állati testekben való keletkezése egy titokzatos erőnek, az élet-erőnek a működésétől függ. A növényi vagy állati szervezetekben levő vegyületek mesterséges úton való előállítását lehetetlennek tartották, és csak az élő szervezetekben működő életerő, a vis vitalis képes szerves vegyületeket készíteni. Wöhler volt az első, aki bebizonyította, hogy egy szerves vegyület szintézise az életerő igénybevétele nélkül is megvalósítható. Wöhler 1828-ban levelet írt Berzeliusnak kísérleteiről, melyben elmondja, hogy képes karbamidot előállítani vese vagy élő szervezet közreműködése nélkül, legyen az emberi vagy állati. Ugyanakkor Wöhler a karbamid előállítását nem tekintette szintézisnek, hiszen nem elemiből kiindulva nyerte a karbamidot. Mivel Wöhler akárcsak Berzelius a vis vitalis elmélet követője volt, a karbamid képződését nem a vitalizmus megdöntéseként értékelte (Cam-

paigne, 1955; Lipman, 1964; Jorgensen, 1965; Lipman, 1965). Wöhler a cianátokat ugyanis szerves eredetűeknek tartotta, mivel a cianidokat eredetileg állati eredetű anyagokból (száritott vér, szarv stb.) nyerte. Wöhler figyelmét elkerülte Scheele azon megfigyelése, mely szerint a cianidok nemcsak állati szénből, hanem grafitból is előállíthatók (Brooke, 1968).

Wöhler a közleménye végén rámutatott, hogy az ammónium-cianát és a karbamid elemi összetétele azonos, de kémiai tulajdonságaik eltérnek, és ez egy hasonló példa arra, amit már megfigyeltek a cianátok és fulminátok esetén. Mint a jelentős felfedezések, a karbamid előállítása véletlenszerűen történt, a váratlan felfedezések közé sorolható. Szerencsére Wöhler különlegesen jó megfigyelő volt, s emellett jó kísérletező.

Wöhler halála után terjedt el az a téves nézet, hogy a karbamid előállítása a vis vitalis elmélet végét jelentette. A.W. Hofmann a Wöhler halála (1882) után írt nekrológban a karbamid szintézisét korszakalkotó jelentőségűnek említi, és egyértelműen megfogalmazza, hogy ez a felfedezés a vis vitalis elmélet bukását is jelentette (Campaigne, 1955; McKie, 1944).

Ez a vélemény azonban nincs összhangban a korabeli felfogással, ami kiderül az 1830-as években megjelent könyvekből vagy publikációkból. Bár a karbamid előállítását a kortárs kémikusok kiemelkedő jelentőségűnek tartották, ugyanakkor viszont az a paradox helyzet állt elő, hogy mindenki felismerte, hogy a felfedezés egy szerves anyag mesterséges képződését jelenti, de ez nem befolyásolta a kémikusokat, hogy továbbra is higgyenek abban az elméletben, mely szerint szerves vegyületeket lehetetlen előállítani laboratóriumban.

Berzelius rendkívüli módon értékelte és méltatta Wöhler karbamid szintézisét az általa írt évente megjelenő „Jahresbericht”-ben és az 1831-ben kiadott „Textbook of Chemistry” kézikönyvében. Berzelius ugyanakkor egyáltalán nem hozta a szintézist összefüggésbe az életerő elmélettel, hanem inkább azt tartotta lényegesnek, hogy Wöhler egy újabb példát talált az izoméria jelenségére. Berzelius továbbra is a vis vitalis elmélet követője maradt, még 1847-ben kiadott Lehrbuch der Chemie c. könyvében sem tagadja a vis vitalis elméletet.

Liebig Wöhler karbamidszintézisét méltatva (1837) kiemelte, hogy ez a felfedezés a tudományban egy új korszak kezdetét jelenti, de a karbamidszintézist nem tartotta a vis vitalis elmélet szempontjából végzetesnek (Warren, 1928).

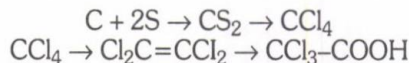
A karbamid laboratóriumi előállítását azért sem tekintették az életerő elmélet megdöntésé-

nek, mivel pl. Berzelius (1831) vagy a francia C. Gerhardt a karbamidot nem tartották igazi szerves vegyületnek, hanem a vízzel és széndioxiddal együtt olyan vegyületnek tekintették, mely az élő szervezetekben előfordul. A szerves vegyületek besorolásakor elsősorban a növényi vagy állati eredet volt a szempont (Brooke, 1968).

Érdekes, hogy Vauquelin 1818-ban vizsgálta a dician hidrolízisét, de a karbamidot nem tudta izolálni. Egyes kémiatörténészek szerint a karbamid első szintézisét nem Wöhler, hanem Sir Humprey Davy fivére, John Davy valósította meg. John Davy az általa felfedezett foszgén (COCl_2) gáz reakcióját vizsgálta ammóniagázzal, és egy fehér kristályos anyag képződését észlelte 1812-ben. Davy megállapította, hogy 1 térfogat foszgén 4 térfogat ammóniával egyesül, de a képződő kristályos anyagok (ammónium-klorid és karbamid) azonosításával nem foglalkozott. Megállapítható tehát, hogy Vauquelin és J. Davy is már jóval Wöhler felfedezése előtt előállított mesterséges karbamidot, de kísérleteiket nem elemezték gondosan (Warren, 1928).

Bauer szerint az első szerves kémiai szintézist Scheele valósította meg 1783-ban a cianidok, ill. a hidrogén-cianid (kéksav) előállításakor. Ezenkívül 1816-ban J.W. Döbereiner szén és vízgőz reakciójában szénhidrogének képződését tapasztalta. Ez a reakció egyrészt a szintézisgáz keletkezésére utal, valamint a Fischer-Tropsch reakció előfutára (Bauer, 1980).

Az első, szoros értelemben vett szerves kémiai szintézist Kolbe valósította meg 1845-ben. A szén-diszulfid (elemi szénből és kénből nyerhető) klórozásával szén-tetraklorid képződik, melyet izzó vascsövön átvezetve Kolbe tetra-klóretilént kapott. A tetra-klóretilén napfényen víz és szabad klór jelenlétében triklórecetsavat eredményez.



Miután a triklórecetsav nátrium-amalgámmal ecetsavvá redukálható, a fenti reakciók az ecetsav első szintézisét jelentik (McKie, 1944).

Berthelot megfigyelése szerint (1860) hidrogéngázban szénpólusok között létesített ívfény hőmérsékletén acetilén képződik. Ez a reakció tekinthető tehát az első olyan szintézisnek, amely elemeiből épít fel egy szerves vegyületet (Kauffman et al. 1979).

Miután egyre több olyan szerves vegyületet szintetizáltak gyakorlatilag elemeiből kiindulva, a szerves kémiából az életerő elmélet eltűnt. Ezenkívül sikerült előállítani olyan szerves vegyületeket is, melyeket nem találtak meg az ál-

lati szervezetekben, vagyis nyilvánvalóvá vált, hogy a szerves vegyületek szintéziséhez nincs szükség életerőre.

Irodalom

- [1] Bauer, H.: Die Naturwissenschaften 67 1 (1980)
- [2] Brooke, J.H.: Ambix 15 84 (1968)
- [3] Campaigne, E.: J. Chem. Educ. 32 403 (1955)

- [4] Jorgensen, B.S.: J. Chem. Educ. 42 394 (1965)
- [5] Kauffman, G.B., Chooljian, S.H.: J. Chem. Educ. 56 197 (1979)
- [6] Lipman, T.O.: J. Chem. Educ. 41 452 (1964)
- [7] Lipman, T.O.: J. Chem. Educ. 42 396 (1965)
- [8] McKie, D.: Nature 153 608 (1944)
- [9] Warren, W.H.: J. Chem. Educ. 5 1539 (1928)

Dr. Szalay Tibor

Érdekességek a kémia történetéből I.

A vas-pentakarbonil $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ előállításának egy véletlen felfedezése

Bevezetés

A tudománytörténet tele van számos olyan véletlen felfedezéssel, amiről azt is tudhatjuk, hogy a véletlen jelző csak az ismertté válásra és esetleg az ismertté nyilvánítás időpontjára érvényes, illetve hogy – netán több személy közül – kinek tulajdonítják az adott *felfedezést*, vagy *egy fogalom* elterjesztését, vagyis „közkinccsé” tételeit. Másképpen fogalmazva: általában a legtöbb felfedezésnek többnyire előzményei vannak, az elért eredmények időben átfedhetik egymást, „összefonódva” jelennek meg, kerülnek nyilvánosság elé, más esetekben pedig pl. az eredetiek már elfelejtődtek (mert a történelem viharai elseperték őket, vagy mert az alkalmazás feltételei még hiányoztak, illetve a társadalom még nem érett, nem volt „fogadóképes” rá). Az ilyen felismerésekhez sokszor *prioritási viták* is fűződnek, illetve – rosszabb esetekben pedig – el sem dönthető kérdésekké váltak, vagy mint pl. napjainkban az „uralkodó” ország/nemzet álláspontja érvényesül. (L.: német, orosz vagy angolszász „uralom” a tudományban.)

Itt csak néhány ismertebb példát említünk:

- *Volta-oszlop* (A. Volta, 1745-1827.) *Bagdad* mellett *agyagedényből*, *réz-* és *vasdarabokból* álló több mint kétezer éves leletet találtak, amelyet reprodukálva, sóoldattal feltöltve, *galvánelemként* működött.
- *Portlandcement* (J. Aspdin, 1799-1855.) Építési célokra a *cement őstét* már a régi

rómaiak is használták. A (mai nevén) *Pozzuoli*-ban (Olaszország) bányászott vulkáni hamuból, mint „puccolántulajdonságú” porból (égetett mésszel és vízzel keverve) hidraulikus kötőanyagot tudtak előállítani.

- *Elektron* (J.J. Thomson, 1856-1940).
- *Penicillin* (A. Fleming, 1880-1955).

A 20. század sok nagy jelentőségű találmánya között bizonyára az egyik legérdekesebb és valóban véletlen észrevételnek tekinthető az a felismerés, ami a *mágneses kép- és hangrögzítés alapjául szolgáló finomszemcséjű vaspapor* gyakorlati (nagyipari) előállításához vezetett. [1] (Enélkül hol tartana pl. a videotechnika, az informatika stb.?)

A felfedezés történetének ismertetése előtt – tájékoztatásként – a fémkarbonilokkal kapcsolatban nézzünk két idézetet:

„A d^{6s^2} elektronkonfigurációt figyelembe véve a vas, ruténium és ozmium hármas (triád) elemei – a 18-elektronos szabállyal egyezésben – egyszerű, egyszemcséjű $\text{M}(\text{CO})_5$ összetételű karbonilokat képeznek. Ezek a vegyületek illékony folyadékok, amelyek a szén-monoxid és a megfelelő fémpor (Fe [2] és Ru) közvetlen reakciójával, illetve a szén-monoxid és a tetraoxid (Os) kölcsönhatásával állíthatók elő, de mindkét esetben magas hőmérsékleten és nyomáson.” [3]

„A *vas-karbonilok* vasból és szén-monoxidból álló vegyületek. A legismertebb a *vas-pentakarbonil* $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$, ami egy sárga folyadék, sűrűsége (d) = 1,45 g/cm³, olvadáspontja (op.) = –20 °C, forráspontja (fp.) = 103 °C; akkor

keletkezik, ha finomeloszlású vasat és szén-monoxidot – megfelelő nyomás alatt – 150-200 °C-ra hevítenek. Ez a folyadék erős hevítéskor színvasra és szén-monoxidra bomlik. Ezt a folyamatot színvas (= karbonilvas) előállítására használják. Régebben pl. (motor) kopogásgátlóként (is) alkalmazták. Egyéb vas-karbonilok: $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$, ez aranysárga kristályokból áll, az $\text{Fe}_3(\text{CO})_{12}$ pedig sötétzöld monoklin hasábokból.”[4]

Egy „félretett” acélpalack, mint kémiai reaktor [1]

Az 1916. évben véletlenül ment végbe mindaz, ami mindaddig igen sok fáradozás ellenére sem sikerült, de akaratlanul is bekövetkezett egy használatból kivont és félreállított acélpalackban Alwin Mittasch (1869-1953) laboratóriumában. Ez a palack eredetileg komprimált szén-monoxid és hidrogéngáz elegyét tartalmazta, amit katalizálási kísérletekhez készítettek elő. Mittasch Lipcsében – a huszadik század első éveiben, főiskolai tanulmányai során – W. Ostwald (1853-1932) intézetében nikkel-karbonilokkal foglalkozott. Ezt követően jóval később – 1928-ban – a „Vereins Deutscher Chemiker” (= Német Kémikusok Egyesülete) drezdai nagygyűlésén „Über Eisencarbonyl und Carbonyleisen” (= Vaskarbonilokról és karbonilvasról) címmel tartott előadásában beszámolt egy még 1916-ban tett megfigyelésről, illetve az azt követően elért eredményekről: Az egyik napon, amikor a félretett, ($\text{CO} + \text{H}_2$) gázkeverékes acélpalackot ismét használni akarták volna – szállítás közben – egy csörgő hangra figyeltek fel, amiről kiderült, hogy egy idővel összegyűlt folyadéktól származott: mert miután fejreállították a palackot és – megfelelő szedőedényt raktak alá – kinyitották a szelepet, és így kifolyhatott a *rejtélyes folyadék*, egy barna színű oldat, amelynek térfogata kb. 1,5 liter volt, ami minden további nélkül csaknem tiszta vas-karbonilnak bizonyult. Következésképpen a palackban a vas-karbonil keletkezéséhez valamilyen *különleges feltételeknek* kellett kialakulniuk.

E megfigyelés után Mittasch tanulmányozni kezdte a vas-karbonil előállítási feltételeit, és ennek nyomán sikerült is előállítania 8 kg vas-karbonilt, éspedig egy 100 atm nyomású és 80-90 °C hőmérsékletű bombacsőben, amelyben finomeloszlású és frissen redukált vasport szén-monoxiddal reagáltatott.

A vázolt rövid történet azt tanúsítja, hogy egy szinte mindennapos (csörgő hang, de mégis véletlennek számító) megfigyelés nyomán azért született egy nagy jelentőségű találmány, mert

Mittasch társítani tudta ezt a megfigyelést az előzetesen szerzett ismereteivel és tapasztalataival. (Ismert mondás: *egy vizsgán annak lehet több szerencséje, aki jobban felkészült.* Tehát esemény önmaga lehet véletlen, de nem váratlan következmény!) Nem nehéz e megállapítás igazolására példákat találni, mert: nem véletlenül és főként nem felkészületlenül lettek világhírűek: Pasteur (kémikus és bakteriológus, aki felfedezte az erjedés lényegét, megcáfolta a mikroorganizmusok ősnemzését, kidolgozta a veszettség elleni védőoltást stb.), Röntgen (1895-ben felfedezte az X-sugarakat, és a róla elnevezett sugárzás orvosi diagnosztikai alkalmazásáért lett Nobel-díjas 1901-ben), Becquerel (a spontán radioaktivitást fedezte fel 1896-ban, és ennek nyomán 1903-ban lett Nobel-díjas), Fleming (1928-ban leírta és bizonyította a Penicillium penészgomba fajok baktériumölő hatását, majd a penicillin felfedezéséért és terápiás alkalmazásáért együttesen 1945-ben nyerte el a Nobel-díjat.) [5]

Azt gondolom, hogy a bemutatott véletlen felfedezés tanulságos és követésre méltó példa lehet a felnövekvő nemzedékek számára, ezért bizonyára érdemes és hasznos lenne hasonló, kevésbé ismert tudománytörténeti érdekességek születési körülményeit is felidézni, vagyis folytatni ezt a sorozatindításnak szánt kis közleményt.

Összefoglalás

Számos tudománytörténeti példa említésével arra törekedtünk, hogy felvázoljuk: egy véletlen megfigyelés nyomán hogyan történt a vas-pentakarbonil [$\text{Fe}(\text{CO})_5$] előállításának a felfedezése, ami aztán jelentős mértékben segítette elő és járulhatott hozzá a mikroelektronikai és videotechnikai eszközök és módszerek tömegessé válásához, illetve a napjainkra oly jellemző információrobbanáshoz.

Irodalom

- [1] P. A. Zimmermann: Magnetbänder/Magnetpulver/Elektroden (Schriftenreihe des Firmennachrichtens der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik AG = BASF 4) Kastner & Callway, München (1969), S.: 21
- [2] A vas-pentakarbonil [$\text{Fe}(\text{CO})_5$] jelenlétét mintegy 50 ppm koncentrációban a kereskedelmi szén-monoxid-palackokban is kimutatták. (Chem. in Brit., 28, 517/1962/[3])
- [3] N. N. Greenwood, A. Earnshaw: Az elemek kémiája III. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (1999), 1505. oldal
- [4] Römp: Vegyészeti Lexikon 3. kötet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1961), 694. oldal
- [5] Akadémiai Kislexikon, Akadémiai Kiadó Budapest (1989)

Tamás Klára – Riedel Miklós

Kémiai gyors tesztek II.¹

Gyors tesztek iskolai alkalmazása

Közleményünk első részében ismertetést adtunk a gyors tesztekéről, a felépítésükről, működésükről, előnyös és hátrányos tulajdonságaikról. Felsoroltuk a gyors tesztek széles körű használati lehetőségeit is [1]. Most a gyors tesztek iskolai alkalmazását tárgyaljuk, és megadunk konkrét mérési leírásokat is.

A gyors tesztek az általános és középiskolák számára sokoldalúan hasznosíthatóak. Használatuk olyan egyszerű, hogy az nem jelenthet problémát a diákok számára. A vizsgálatokat a helyszínen is el lehet végezni. A legtöbb esetben a kolorimetriás és titrimetriás tesztek és esetenként a tesztsíkok pontossága és érzékenysége (a kimutatható legkisebb koncentráció) elegendő környezetkémiai mérésekhez. Nem lényegtelen, hogy az áruk is elérhető. Nagyon fontos az, hogy segítségükkel a diákok mennyiségi analízist végezhetnek. Az alap gondolat az, hogy az innen-onnan hallott információkat, illetve tanult ismereteket (pl. a C-vitamin erős redukálószer, a spenót „tele van” nitráttal, egymásnak ellentmondó környezetvédelmi információk stb.) mérésekkel és számolásokkal igazoljuk vagy cáfoljuk. Mindezek okán a NAT is javasolja a gyors tesztek alkalmazását a kémiaoktatásban [2].

Lehetőség van a felszíni, felszín alatti és ivóvizek minősítésére, a csapadékvíz vizsgálatára, szennyvízkifolyások felderítésére, az akvárium- és az uszodavíz több fontos paraméterének mérésére. Különböző projektjeink során a gyors tesztek már bebizonyították alkalmasságukat a környezeti kémiai tanulmányokban [3]. Így a felszíni vizek és csapadékvíz vizsgálatára a Blue Danube Project keretében [4], a Duna magyarországi szakaszának vízminőség-vizsgálatánál [5], egy erdélyi folyó (Feketeügy) vízminősítésénél [6], a Savas Eső Mérése Iskolai Mérőhálózattal (SEMI) programban [7], sőt a nemzetközi Air Pollution Europe vizsgálatoknál [8] stb.

Gyors tesztekkel talajvizsgálatokat is el lehet végezni. Meghatározhatjuk a talaj pH-ját, nitrát-, foszfát-, káliumkoncentrációját. A levegő legfontosabb szennyező gázainak (NO_x , SO_2) tesztsíkokkal való mennyiségi meghatározása viszont kétséges [9]. Léteznek gyors tesztek az ultrabolya sugárzás mérésére is [10]. Táplálkozástani, egészségügyi és környezetkémiai szempontból fontos étel-miszer-kémiai vizsgálatokat is végezhetünk [9]. Érdekességgéppen említjük meg, hogy nikkeltesztsík segítségével meg tudjuk állapítani, hogy óraszíjunk, ékszereink, az olcsóbb fülbevalók, karkötők vagy edényeink tartalmaznak-e nikkelt. Ismeretes, hogy Európa nőlakosságának 20%-a allergiás a nikkelle!

A kémiatanárok az előbb felsoroltakon kívül számos más célra is felhasználhatják a gyors tesztek, hogy a kémia tanulását szemléletesebbé és érdekesebbé tegyék. Egy-egy kísérlet problémafelvetés lehet, amely pl. az órát indítja, vagy kvantitatívan bizonyíthatja az elméletben tanultakat. (Például: az oxigén oldódása vízben és oldhatóságának hőmérsékletfüggése, réz oldódása híg savakban oxigén jelenlétében stb.) Számos pH, koncentráció, egyensúlyi számolási feladat kiindulópontja lehet egy-egy mérés. Gyors tesztekkel olyan kísérleteket, vizsgálatokat is végezhetnek a diákok, amelyek tárgyai a mindennapi életben előforduló anyagok, pl. élelmiszerek, tisztítószer. Ezek legnagyobb erénye érdekességük, és motiváló erejük az, hogy életközelségbe hozza a kémiát a gyerekekhez, és szerepük lehet az egészséges életmódra nevelésben is.

A gyors tesztekben rejlő legnagyobb lehetőség a környezetvédelmi oktatás, nevelés területén van. A gyors tesztekkel az általános és középiskolások kezébe környezetvédelmi mérésekre is alkalmas minőségi és mennyiségi analitikai módszert adunk. A kémiatanárok újszerű feladata, hogy felhívják a gyerekek figyelmét a környezetvédelmi problémákra, megtanítsák és beépítsék a tananyagba a környezeti kémia eredményeit, és a gyerekekben aktív környezetvédő magatartást alakítsanak ki. A gyors tesztekkel közvetlenül részt vehetnek az iskolák

¹ Az első rész az 1998. 3-4. számban olvasható.

a környezetvédelmi munkában. Mód nyílik saját környezetük megfigyelésére, számszerű jellemzésére, problémáinak felderítésére. Ezáltal nő a diákok fogékonysága a környezetvédelmi problémák iránt, és mérésekre alapozott véleményük alakulhat ki. A gyakorlatban ismerik meg és alkalmazzák a természettudományos megismerés menetét.

Kísérletek gyorsesztekkel

A továbbiakban néhány, gyorsesztekkel elvégezhető, kipróbált kísérletet és mérést ismertetünk az élelmiszer-kémia tárgyköréből [9]. A mérések alkalmasak az iskolában, a kémia-szakción, sőt esetleg otthon való elvégzésre is.

1. Zöldségek NO_3^- , NO_2^- -tartalmának meghatározása

Minden növényfajta rá jellemző, és viszonylag nagy mennyiségű nitrogént igényel fejlődéséhez, amelyet a növény nitrát formájában vesz fel. A megfelelő terméshozam és minőség elérése érdekében ezért nitrogéntartalmú műtrágyákkal trágyáznak. Ugyanakkor, ha a trágyázás túlzott, és a talaj nitráttartalma az optimálisnál nagyobb, a növényekben is megnövekedik a nitrátkoncentráció. Ez nem előnyös. A burgonyában levő magas nitráttartalom pl. rontja az ízt, a raktározási és főzési sajátosságait, a keményítősztintje csökken. Az Európai Unió országaiiban megengedett nitrátkoncentráció növényfajtától függően 250-350 mg/kg. A burgonya túltrágyázottnak tekinthető, ha nitráttartalma meghaladja a 100 mg/kg értéket. A NO_3^- -nak és NO_2^- -nek káros élettani hatása is lehet. A megengedett napi NO_3^- -mennyiség a WHO javaslata szerint 3,65 mg/kg. Felnőtt embernél ez napi 250 mg nitrátnak felel meg, egy 6 kg-os csecsemőnél napi 22 mg-nak. A rákkockázat miatti felső határ 2000 mg/nap [11, 12].

A spenót, a cékla és a burgonya az első főzelékfélék, amit a csecsemőknek javasolnak. Az első kettőt nagy vas- és rosttartalma miatt, a burgonyát pedig könnyű megemésztetni. Mérjük meg, hogy a főzelékekkel mennyi nitrátot juttatunk gyermekeink szervezetébe!

Eszközök

NO_3^- és NO_2^- tesztsík, tölcsér, főzőpoharak

Anyagok

spenótlé, céklalé, burgonya, retek és más zöldségfélék leve, aktív szénpor, szűrőpapír

Végrehajtás

A burgonyánál és reteknél a frissen vágott felületre szorítsuk rá a tesztsíkokat. 1 fej céklát hámozzunk meg, és gyümölcscentrifugával nyomjuk ki a levét, majd adjunk hozzá fél mokkáskanálnyi aktív szénport, keverjük jól össze, kb. 15 perc múlva szűrőpapíron keresztül szűrjük le. A szűrlet először sötétebb lila, majd egyre világosabb. Az egészen halványlila szűrletet használjuk a mérésre. Spenótból zöldséglevet is készíthetünk centrifugával, és a céklaléhez hasonlóan próbáljuk meg elszínteleníteni. A spenótlé az aktív szenes kezelés után is még eléggé sötétzöld marad, de ez a nitrát és nitrit mérését nem nagyon zavarja. Próbálkozhatunk azzal is, hogy a spenótlevelet duplájára, vagy akár tízszeresére is hígítjuk fel.

Értékelés

Például egy 6 kg-os csecsemő egy étkezésnél kb. 150 g főzeléket eszik meg. Tegyük fel, hogy a mérések szerint a spenóttal és céklával mintegy 75 mg nitrát jut a szervezetébe. Ez a megengedett mennyiség 3,4-szerese. A zöldségek nitrátkoncentrációja a fajtájukon kívül nagyon függ a termesztés körülményeitől. Mérték már spenótban 1550 mg/l, salátában 1868 mg/l, retekben 2716 mg/l koncentrációt.

2. Nitrátredukciós-teszt hús táptalajon

Egyes mikroorganizmusok a táptalajban levő nitrátot a nitrátreduktáz segítségével anaerob anyagcseréjük során redukálják. A teszttel ezeket a baktériumokat mutatjuk ki. Ezek főleg az Enterobacteriaceae családba tartoznak, nemzetségei pl. Escherichia, Aerobacter, Salmonella. A nitrát redukciójához szükséges idő arányos a jelenlévő nitrátreduktáz mennyiségével, ill. a nitrátredukáló mikroorganizmusok számával [13].

Eszközök

100 cm³-es főzőpohár, vegyszeres kanál, NO_2^- tesztsík

Anyagok

darált hús, víz, NaNO_3 (szilárd)

Végrehajtás

Készítsünk 0,06%-os NaNO_3 -oldatot. Tegyük a főzőpohárba a darált húst, öntsünk rá kb. 25 cm³-t ebből az oldatból, keverjük össze, tartsuk kb. 30 °C-os hőmérsékleten. Ellenőrizzük óránként a nitritkoncentrációt.

Értékelés

A táptalajon a baktériumok elszaporodtak. Például a méréseink szerint az első és második órában 5 mg/l-rel nőtt a nitritkoncentráció, a harmadik órában 10 mg/l-rel, a negyedik órában már 20 mg/l-rel.

3. A nyál nitrittartalmának kimutatása

A bélcsatornában baktériumok hatására a nitrát nitritté alakul át. Ez a folyamat már a szájüregben elkezdődik, és ennek bizonyítéka a következő kísérlet. A nitrátredukció koncentrációfüggő, nagyobb nitrátkoncentrációnál több nitrit képződik. A szájhygiénia ezért is fontos.

Eszközök

10 cm³-es főzőpohár, szemcseppentő, NO₂⁻ tesztcsík

Anyagok

nyál

Végrehajtás

Gyűjtsünk kevés nyálát egy-egy főzőpohárba étkezés után egy-két órával és fogmosás után. Szemcseppentővel cseppentsünk a NO₂⁻ tesztcsíki reakciónájára. A fölösleget rázzuk le, és olvassuk le a kialakult szín alapján a nyál nitrittartalmát.

Értékelés

Például a méréseink szerint a koncentráció étkezés után 5 mg/l, fogmosás után 0 mg/l. Tehát tényleg élnek a szájüregben olyan baktériumok, amelyek a nitrátot nitritté redukálják.

4. A kóla és a tej foszfát tartalmának kimutatása

A foszforvegyületek nélkülözhetetlenek az élet számára. Egy felnőtt ember teste 0,5-0,7 kg foszfort tartalmaz, amelynek 65%-a a csontszövetben található kalcium-foszfát formában, emellett a fogak is tartalmaznak Ca₃PO₄-ot. A szervezetben a Ca²⁺/PO₄³⁻ arány kb. 1,5/1, és felvétele és ürülése is ebben az arányban történik. Az állatok és az ember a szerves és szervetlen foszforvegyületeket egyaránt hasznosítják. A szükséglet naponta 1-2 g. Sok foszfort tartalmazó ételek a hüvelyesek, olajos magvak, sajtok, tej és húsfélék. Élelmiszereink döntő többsége több foszfort tartalmaz, mint kalciumot, ez alól kivétel a tej és a tejtermékek. A foszforbevitt növeli, hogy sok élelmiszer tartósítására foszfát tartalmú ömlesztőszókat használnak, vagy

az italok egy részét, mint pl. a kólát, foszforsavval savanyítják. A főlegben lévő foszfor kalcium-foszfát formájában távozik a szervezetből. Amennyiben nincs kalciumpótlás, a kalcium a csontokból és fogakból ürül, amely csontitkuláshoz és fogszuvasodáshoz vezethet. Az irodalmi adatok szerint a kóla italok 0,3-0,7 g/l foszforsavat tartalmaznak [12, 14].

Eszközök

PO₄³⁻-teszt, 100 cm³-es mérőhenger a hígításhoz, 10 cm³-es mérőhenger a hígításhoz

Anyagok

kóla ital, tej, csapvíz

Végrehajtás

A kólából és tejből készítsünk 1000-szeres hígítást pl. úgy, hogy 1 cm³-ét 100 cm³-re hígítsuk, majd ennek 1 cm³-ét 10 cm³-re. Mérjük meg a foszfát tartalmát.

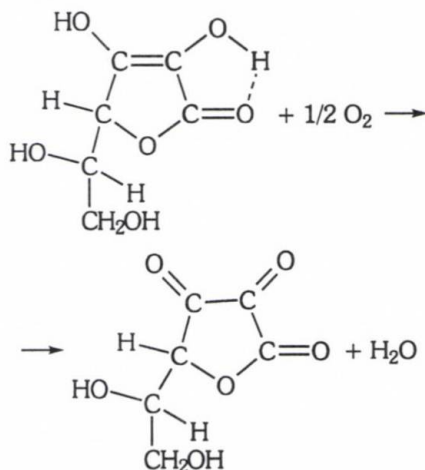
Értékelés

Kóla. Például az ezerszeres hígítású foszfát-oldat koncentrációja 0,2 mg/l. Az eredeti kóla foszfátkoncentrációja a mérés alapján 0,2 g/l.

Tej. Például a tejet 1250-szeresére hígítottuk. 1 cm³-ét 250 cm³-re, majd ennek 2 cm³-ét 10 cm³-re. Az 1250-szeres hígítás ortofoszfát-koncentrációja 0,7 mg/l. A tej ortofoszfát-koncentrációja ≈ 0,9 g/l.

5. Gyümölcsök, zöldségek C-vitamin tartalmának mérése

A C-vitamin (L-aszkorbinsav, C₆H₈O₆) színtelen kristályos vegyület, vízben jól oldódik, erősen redukáló tulajdonságú egyértékű sav, oxidációjakor dehidro-aszkorbinsav keletkezik:



A legtöbb állat előállítja a C-vitamint, tehát számukra az nem vitamin. Az ember és más főemlősök, a denevér és a tengerimalac viszont elvesztették ezt a képességüket, mert hiányzik néhány olyan enzimjük, ami az előállításához szükséges [15]. A C-vitaminnak jelentős szerepe van a szervezetben: redoxirendszert képez, amely szerepet játszik az intermedier anyagcserében, redukáló sajátosságának köszönhetően elősegíti számos aminosav anyagcseréjét, csapdába ejti az agresszív gyököket. A „klasszikus” hiánybetegség, a skorbut tüneteinek egyik fő oka a kollagének előállításának képtelensége. A skorbut manapság igen ritka. Ezzel szemben a C-hipovitaminózis különböző árnyalatai gyakran észlelhetők, mint pl. a kora tavaszi fáradtság és a fogíny vérékenysége. Az irodalmi források szerint a C-vitamin napi szükséges mennyisége legalább 60 mg (skorbut), legfeljebb 1000 mg (vesekőképződés) [15]. Ezek az adatok egészséges felnőtt emberre vonatkoznak, betegségek kezelésében, megelőzésében indokolt lehet ennél nagyobb mennyiségek fogyasztása. Többet C-vitamin fogyasztásával bizonyítottan ritkábban fázunk meg, s a fertőzésekben is gyorsabban felépülünk. Klinikai vizsgálatok igazolják a C-vitamin jótékony hatását számos betegségre vonatkozóan.

A C-vitamint legnagyobb mennyiségben gyümölcsökkel és zöldségekkel vehetünk fel. Különösen a téli „ínséges” időszakban van jelentősége, hogy milyen zöldséget, gyümölcsöt vásároljunk, hogy elegendő mennyiséget fogyasszunk e vitaminból.

Eszközök

kés, C-vitamin tesztsík

Anyagok

gyümölcsök, zöldségek: narancs, kiwi, alma, fejeskáposzta, savanyúkáposzta stb.

Végrehajtás

A gyümölcsöket kettévágjuk, kicsit megnyomjuk, és néhány másodpercre nem túl erősen hozzászorítjuk a tesztsík reakciónáját a frissen vágott felülethez. A káposztából gyümölcscentrifugával levét kell készíteni. A savanyúkáposzta levét használjuk a mérésre.

Értékelés

A februárban viszonylag olcsón kapható gyümölcsök közül a kiwinek igen nagy a C-vitamin-tartalma. Meglepő, hogy mérésünk szerint a fejeskáposztának nagy, míg a savanyúkáposztának viszonylag kicsi a C-vitamin-

koncentrációja. Feltételezhető, hogy a savanyúkáposzta C-vitamin-tartalma attól is függ, hogy mikor vették ki a hordóból, és mennyi ideig tárolták a piacon levegőn.

Számítsuk ki, hány g narancsot vagy más gyümölcsöt kell elfogyasztanunk naponta az átlagos kívánatos mennyiség (200 mg) bejuttatásához! A gyümölcsök víztartalma $\approx 90\%$. Így nem tévedünk nagyot, ha a mg/l koncentrációt mg/kg koncentrációnak vesszük, és ezzel számolunk. Kívánatos mennyiség bejuttatásához kiwiből: kb. 200 g, narancsból: kb. 600 g.

6. Hogyan változik a C-vitamin-oldatok koncentrációja, ha levegőn állnak?

Eszközök

20 cm³-es mérőhenger, 4 db 100 cm³-es főzőpohár, amelyeken 20 cm³-es jelzés van, C-vitamin tesztsík

Anyagok

20 cm³ 700 mg/l aszkorbinsavoldat, 20 cm³ frissen kinyomott mandarinlé, 20 cm³ dobozos narancsital

Végrehajtás

Öntsük a főzőpoharakba az oldatokat, időnként keverjük meg, rázzuk össze, majd mérjük meg a C-vitamin-koncentrációjukat 2, 4, 8, 16 és 24 óra múlva!

Értékelés

Az aszkorbinsav reakcióba lép az oldatban lévő oxigénnel. Ezért 24 órás levegőn való tároláskor az oldatok mindegyikében csökkent az aszkorbinsav-koncentráció. Az aszkorbinsavoldatban lassabban csökken a C-vitamin-koncentráció, mint a mandarinlében. Ennek elképzelhető magyarázata az, hogy a növényi sejtek sérülésekor számos olyan enzim szabadul fel, amelyek a növényekben található anyagok, pl. C-vitamin oxidációját katalizálják. A dobozos narancslét hőkezelték, vagyis denaturálták az előbb említett enzimeket. Kísérletes bizonyítékát látjuk tehát annak a tanácsnak, hogy az ételleket ne tároljuk sokáig, a legjobb lenne, ha frissen főznénk, és azonnal elfogyasztanánk.

7. Mennyi C-vitamin bomlik el a főzés során?

A szilárd aszkorbinsav 143 °C-on, oxigén kizárásával történő hevítésekor csak kis mértékben bomlik. A szokásos konyhai körülményeket modellezve mérjük meg, hogy mennyi C-vitamin bomlik el a főzés során!

Eszközök

6 db 100 cm³-es főzőpohár, 6 db óraüveg (ezek lefedésére), 50 cm³-es mérőhenger, óra, gyümölcscentrifuga, vasháromláb, azbesztháló, Bunsen- vagy borszeszegő (elektromos főzőlap), C-vitamin tesztsík

Anyagok

3 × 25 cm³ 700 mg/l koncentrációjú aszkorbinsavoldat, 3 × 25 cm³ kelkáposztalé vagy más frissen kinyomott zöldség-, ill. gyümölcslé

Végrehajtás

Mérjük ki 3 db 100 cm³-es főzőpohárba 25-25 cm³ aszkorbinsavoldatot és 3 másikba 25-25 cm³ kelkáposztalét. Tegyük fel az oldatokat főni, amikor felforrtak, fedjük le ezeket óraüveggel, és tartsuk egyenletes lassú forrásban. A forrástól számított 30-45-60 perc múlva vegyünk le a forralásról egy-egy aszkorbinsavoldatot, illetve kelkáposztalét, és várjuk meg amíg lehűl. A lehűlt oldatokat töltsük mérőhengerbe. Egészítsük ki térfogatukat 25 cm³-re, és mérjük meg C-vitamin-koncentrációjukat a gyors-tesztel.

Értékelés

Az aszkorbinsav az aszkorbinsavoldatban és a zöldséglében 100 °C-on 1 óra alatt nem bomlik el. A 100 °C-os oldatban ugyanis gyakorlatilag nincsen oldott oxigén, így az aszkorbinsav nem tud ezzel reakcióba lépni.

8. A C-vitamin-tartalom változása a főzővízben

A zöldségeket és gyümölcsöket nem szabad sokáig vízben áztatni, illetve főzéskor célszerű a főzőlevet felhasználni, mert a C-vitamin egy része kioldódik. Vajon mennyi?

Eszközök

500-1000 cm³-es mérőhenger, közepes fa-zék fedővel, szemcseppentő, szűrő, C-vitamin tesztsík

Anyagok

csepvíz, kelkáposztalé

Végrehajtás

1/2 kg kelkáposztát vágjunk fel csíkokra, és tegyük fel főzni 1 l vízzel. Gyorsan forrásig hevítjük, majd lassú tűzön forrásban tartjuk. 15, 30, 45 perc múlva a szemcseppentővel vegyünk kis mintát a főzővízből. Lehűlésük után

mérjük meg a minták koncentrációját. 45 perc múlva (ezalatt megfő a káposzta) szűrjük le a főzővizet, és mérjük meg a térfogatát. Mérjük meg a nyers kelkáposzta C-vitamin-tartalmát is.

Értékelés

Például 1/2 kg kelkáposztában levő C-vitamin mennyisége 350 mg. Főzővízben levő C-vitamin mennyisége 150 mg. A C-vitamin-tartalom 45 perces főzés során nem változik. Így a főzés az eredeti C-vitamin-mennyiség 40%-a oldódik ki a vízbe. Ha tehát a kelkáposztát a 20. perc tájáán fokhagymás, borsos rántással berántjuk és főzelékként fogyasztjuk el, majdnem kétszer annyi C-vitamint veszünk fel, mintha rakott kelként elkészítve a főzővizet kiöntjük. Gondoljunk erre a burgonya elkészítésénél is!

Irodalom

- [1] Riedel Miklós, Tamás Klára: A kémia tanítása (megjelenés alatt)
- [2] „Nemzeti Alaptanterv (Ember és természet)”, Korona Kiadó, Budapest, 1995. 36. o.
- [3] Riedel Miklós: „Chemische Schnellteste im Umweltschutz”, Innovationszentrum Wartenberg, Berlin, 1993
- [4] Blue Danube Projekt 1992-1996
- [5] Sergyán Judit: Szakdolgozat 1995, ELTE Fizikai Kémiai Tanszék
- [6] Bogdán Csilla: Szakdolgozat 1995, ELTE Fizikai Kémiai Tanszék
- [7] Hobinka Ildikó, Riedel Miklós: Fizikai Szemle, LXIII (1993) 140
- [8] Air Pollution Projekt Europe 1993-1996
- [9] Tamás Klára: Szakdolgozat 1997, ELTE Fizikai Kémiai Tanszék
- [10] Soós Enikő: Szakdolgozat 1996, ELTE Fizikai Kémiai Tanszék
- [11] K. Hagenstein: „Die Nitrat Story”, Merck, Jünger Vlg., 1988
- [12] „Rapid Test Handbook”, Merck, 1987
- [13] Biológiai Lexikon, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1978
- [14] „Az élelmiszerkémia alapjai”, szerk.: Gasztonyi Kálmán, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1979
- [15] Bálint Péter: „Orvosi élettan”, Medicina Kiadó, Budapest, 1980

A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásáért díjátadó ünnepsége

Március 2-án ünnepélyes keretek között vették át a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásáért díját és pénzjutalmát dr. Ling Jolán és Surányi Istvánné középiskolai tanárok (200-200 ezer forint), valamint Rajkányi Lajosné általános iskolai pedagógus (150 ezer forint). Életmű díjat kapott Kromek Sándor gimnáziumi tanár, akinek munkásságát a kuratórium 500 ezer forinttal jutalmazta.¹

A díjazottak jelentős szerepet töltenek be a kémiaoktatásban, a tehetséggondozás mellett tankönyvek, jegyzetek írásával is elősegítve a magasabb szintű képzést.

A Richter Gedeon Rt. 1999-ben alapítványt hozott létre Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásáért néven. Az alapítvány célja a magyarországi kémiaoktatásban és az azzal kapcsolatos ismeretterjesztésben történő közvetlen, aktív szerepvállalás, a középiskolai kémiaoktatás személyi és tárgyi feltételei kiépülésének támogatása, a tevékenységgel kapcsolatos változások megfigyelése és publikálása, valamint a kémia területén kiemelkedő eredményeket elérő diákok és tanárok elismerése, díjazása és támogatása.

Az alapítvány 1999-ben négy kémiatanár kiemelkedő munkáját ismerte el és jutalmazta. Az 1999. év díjazottjai: Kromek Sándor (Nagy Lajos Gimnázium, Pécs), dr. Ling Jolán (Erdey-Grúz Tibor Szakközépiskola, Debrecen), Surányi Istvánné (Petrik Lajos Szakközépiskola, Budapest) és Rajkányi Lajosné (Bakáts Téri 12. sz. Általános Iskola, Budapest).

Az alapítvány céljainak megvalósítása érdekében három tagból álló kuratórium működik. A kuratórium elnöke dr. Lőw Miklós, a Richter Gedeon Rt. főosztályvezető-helyettese, a kuratórium tagja dr. Jekkel Antal, a Nemzeti Szakképzési Intézet főigazgatója, a kuratórium titkára

dr. Riedel Miklós, az ELTE TTK Fizikai Kémiai Tanszék docense. A kuratórium a 2000. évben díjazottak kiválasztásához szükséges adatokat pályázati formában szerzi meg.

A Richter Gedeon Rt. – társadalmi szerepvállalásának megfelelően – elsősorban a magyar egészségügyet és az oktatást támogatja. Az adományozás különféle eszközeivel segíti a társaság a hátrányos helyzetű, halmozottan sérült vagy beteg gyermekeket és a gyermekmentő szolgálatokat, valamint fontosnak tartják a szakmai fejlődés és továbbképzés támogatását is. Ezért pályázatokon és a Richter Gedeon Rt. vagy mások által létrehozott alapítványokon keresztül évente több millió forinttal segítik a fiatal vegyészmérnököket, gyógyszerészhallgatókat a kutatásban és továbbképzésükben éppúgy, mint a kémiában nagyon tehetséges középiskolásokat. A társaság nemcsak a vegyész szakemberek képzését támogatja, hanem jelen van a műszaki és közgazdaságtudományi egyetemek támogatói között is az ország számos pontján.

Az ünnepélyes díjátadás a Magyar Tudományos Akadémián volt.

A jövőre 100 éves Richter Gedeon Gyógyszergyár ezekkel a díjakkal szeretne hozzájárulni a magyar kémiaoktatás fejlesztéséhez. A vegyészmérnökök, a tehetséges fiatalok képzése a jövő záloga – mondta Bogsch Erik, a cég vezérigazgatója. – Hazánk felemelkedésében döntő a szellemi tőke, az ország külföldi elismertetésének feltétele a színvonalas kémiaoktatás is.

– Manapság sikk nem érteni a természettudományokhoz, a kémiához, miközben egyre több megoldandó feladatot ad a környezet-szennyezés, a kábítószeres elterjedése. Ezeket felelőtlen emberek okozzák, akik vagy nem ismerik jól a kémiát, vagy éppen túl jól ismerik, és erkölcstelen módon alkalmazzák – mondta Riedel Miklós, az Alapítvány Kuratórium titkára. – A vegyületekkel meg kell tanulni bánni.

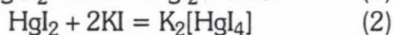
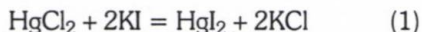
¹ A kémiatanárok népes tábora nevében szeretettel gratulálunk a jutalmazottaknak [főszerkesztő].

Kálai Tamás

„Kaméleon” vegyületek I.

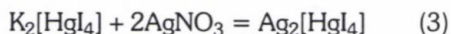
A kaméleon számtalanszor változtatja színét rejtőzködés vagy a társaival történő kommunikáció céljából. Az anyagtudományok [1] segítségével számos olyan anyagot sikerült előállítani, amelyek – a kaméleonhoz hasonlóan – változtatják színüket (fényáteresztő képességüket) például hőmérséklet-változás, fény, elektromos potenciálkülönbség, a közeg (oldószer) polaritás-változásának hatására. Ezeknek a vegyületeknek nemcsak az elméleti, hanem a gyakorlati jelentőségük is nagy, és a hétköznapi életben is egyre inkább elterjedtek. Milyen ezeknek a vegyületeknek a szerkezete? Hol találkozhatunk velük, és hogyan működnek? Hogyan lehet ilyen anyagokat készíteni? A jelen ismertetőben a hőmérséklet-változás és a megvilágítás hatására színüket megváltoztató anyagokat mutatunk be.

Azokat az anyagokat, amelyek melegítés, ill. hőmérséklet-változás hatására változtatják színüket, termokróm illetve termokolor anyagoknak nevezzük. Ennek egyik legismertebb példái a Cu_2HgI_4 (1) és az Ag_2HgI_4 (2) vegyületek [2]. Ezek előállítása az alábbiak szerint történik:



1

vagy



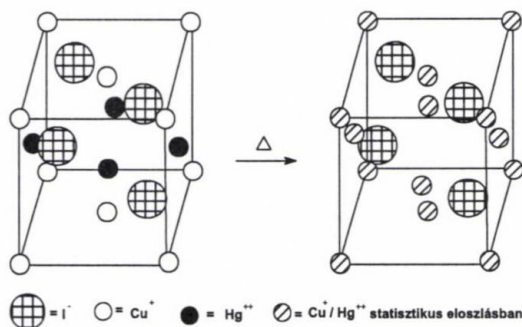
2

A higany(II)–kloridból KI oldattal vörös HgI_2 csapadék válik le, de további jodidionok hatására színtelen, vízzoldható $[\text{HgI}_4]^{2-}$ komplex ionok keletkeznek, amelyek akár CuCl oldattal, akár AgNO_3 oldattal csapadékot képeznek (3). Az ezüstös sárga színű szilárd anyag, melegítés hatására narancssárga lesz, míg a vörös réz(I)-só kb. 70 °C körül kezd sötétbordó színűvé alakulni. Az ilyen típusú festékek kezdenek elter-

jedni, pl. elektromos főzőlapok, vasalók felforrósodó részeit jelölik meg velük. Jó lenne, ha egyre szélesebb körben elterjedne valamilyen „egységes jelrendszer” termokróm anyag, illetve anyagok használata (pl. lábasokon, faze-kakon), hiszen segítségükkel sok súlyos égési sérülést el lehetne kerülni!

Ezekben a vegyületekben a színváltozást a hőmérséklet-emelkedés hatására bekövetkező koordinációs változások okozzák. A fentiekben említett az anyagok szobahőfokon négyzetesen kristályosodnak, hőmérséklet-emelkedés hatására a szerkezet köbös lesz, ami azt jelenti, hogy a Hg^{2+} és a Cu^+ helye nem különböztethető meg, vagyis a kétféle kation statisztikusan oszlik el a kationhelyek között, a jodidionok viszont a helyükön maradnak. Más szóval, a megfelelő hőmérséklet elérésével a kationrács megolvad (ezt támasztja alá az is, hogy megnő a vezetőképesség), míg az anionrács még szilárd [3]. (1. ábra)

Termokróm anyag (1) előállítása [2, 4]: 5 g HgCl_2 -ot 150 ml vízben oldunk, és a kevertetett oldathoz addig adunk szilárd KI-ot, amíg színtelen oldatot nem kapunk. Az oldathoz frissen készített CuCl oldatot adunk. A levált vörös csapadékot szűrjük, szűrőpapír között szárítjuk. Az így kapott anyagot azbeszthálón óvatosan melegítjük, és figyeljük a piros $\rightarrow$ sötétbordó



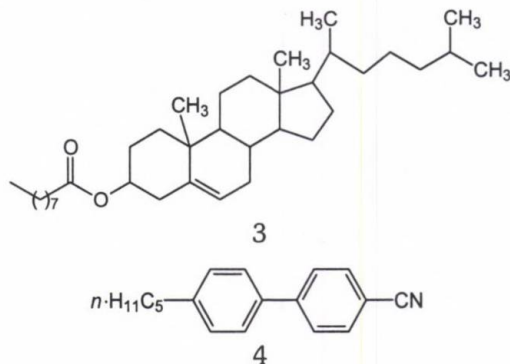
1. ábra

színváltozást, majd lehűléskor az anyag színének az ismét pirosra történő visszaváltozását. A kísérlet számtalanszor ismételhető.

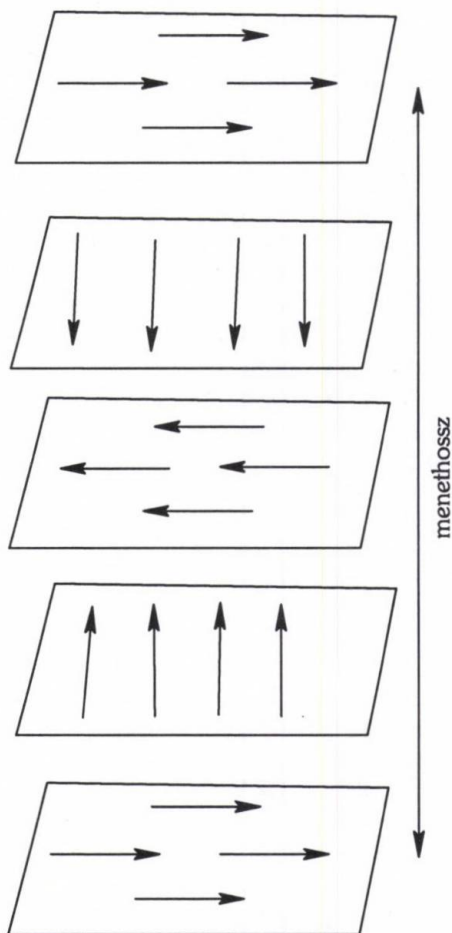
A higany- és rézvegyületek mérgezőek, ezért a tanulók a kísérleteket csak szigorú tanári ellenőrzés mellett végezzék! A visszamaradt anyagút veszélyes hulladékként kezeljék! A CuCl előállítás: gömblombikban 13 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ és 6 g NaCl 25 cm³ vízzel készült oldatát visszacszepegtető hűtő alatt felforraljuk. Az így kapott oldathoz óvatosan 40 cm³ cc. sósavat és 7 g Cu forgácsot adunk, és az oldatot addig főzzük, amíg az színtelen nem lesz. Az oldatot kihűlés után felhasználjuk.

Termokróm sajátságát nemcsak szervetlen, hanem szerves vegyületek is mutathatnak, például folyadékkristályos állapotban. Ilyen vegyületek a koleszteril-nonanoát (3) és a cianobifenil (4) (2. ábra) [5]. Ezek az anyagok a kristályos állapotuknak megfelelő hőmérséklet és az izotróp folyadékfázisnak megfelelő hőmérséklet közötti intervallumban ún. csavart nematikus folyadékkristályként viselkednek. Egy-egy rétegben a molekulák egymással párhuzamosak és meghatározott irányba orientáltak. Ez az egész anyaghalmazra nézve periodicitást mutat (3. ábra). Egy menethossz 400-700 nm, vagyis a látható fény hosszának megfelelő vastagságú. Az egyes kristályrétegeken áthaladó, illetve a szemünkbe visszaveredő fény elhajlása (diffrakciója) és interferenciája határozza meg végsősoron a folyadékkristály színét. A hőmérséklet változtatásával a folyadékkristályban a menethossz és a rétegek egymáshoz viszonyított távolsága megváltozik, ezért az elhajlás mértéke, illetve az interferencia eredője más lesz, és más lesz a kialakuló szín is. Az ilyen típusú anyagok meglehetősen széles színskálát - fekete, lila, kék, zöld, sárga, narancssárga, piros majd ismét fekete - vehetnek fel [6, 7]. Így működnek a viszonylag gyors, homlokra helyezhető lázmérő csíkok, vagy az éppen aktuális hőmérsékletet sötét háttérrel színes számmal kijelző szobahőmérők. Az ilyen típusú hőmérőket az állatorvógyászatban, ill. mikroelektronikai alkatrészek hibáinak felderítésére is használják. Ezekben az anyagokban a színváltozás elvileg reverzibilis, és korlátlanul ismételhető, gyakorlatilag a levegő bediffundáló oxigénjének (pl. a kolesz-

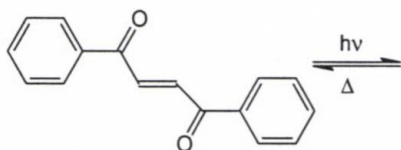
teril származék érzékeny az oxigénre) vagy víznek a hatására, esetleg egyéb a kristálystruktúrába bekerülő szennyezők miatt idővel tönkremennek.



2. ábra



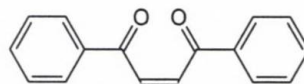
3. ábra



5

trans-1,2-dibenzoil-etilén

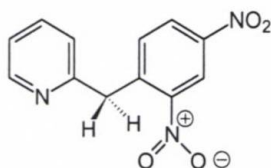
sárga



6

cis-1,2-dibenzoil-etilén

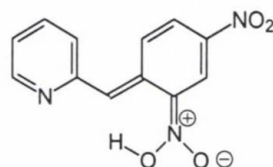
színtelen



7

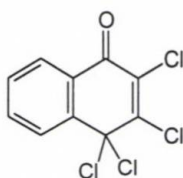
2-[(2,4-dinitrofenil)metil]piridin

drapp



8

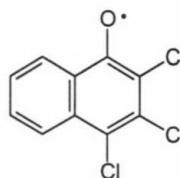
kék



9

2,3,4,4-tetraklór-4*H*-naftalin-1-on

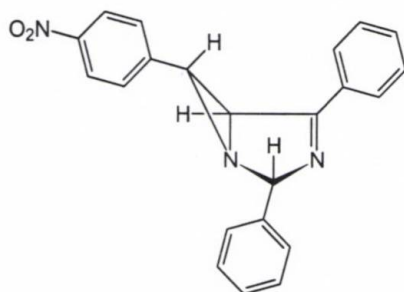
színtelen



10

lila

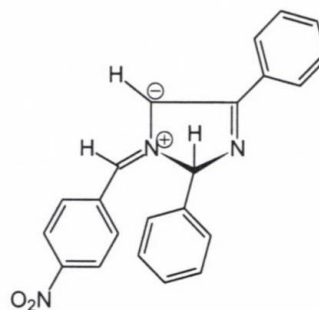
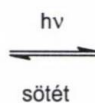
+ Cl•



11

2-exo-6-exo-2,4-difenil-6-(4-nitrofenil)-
1,3-diazabiciklo[3.1.0]hex-3-én

színtelen

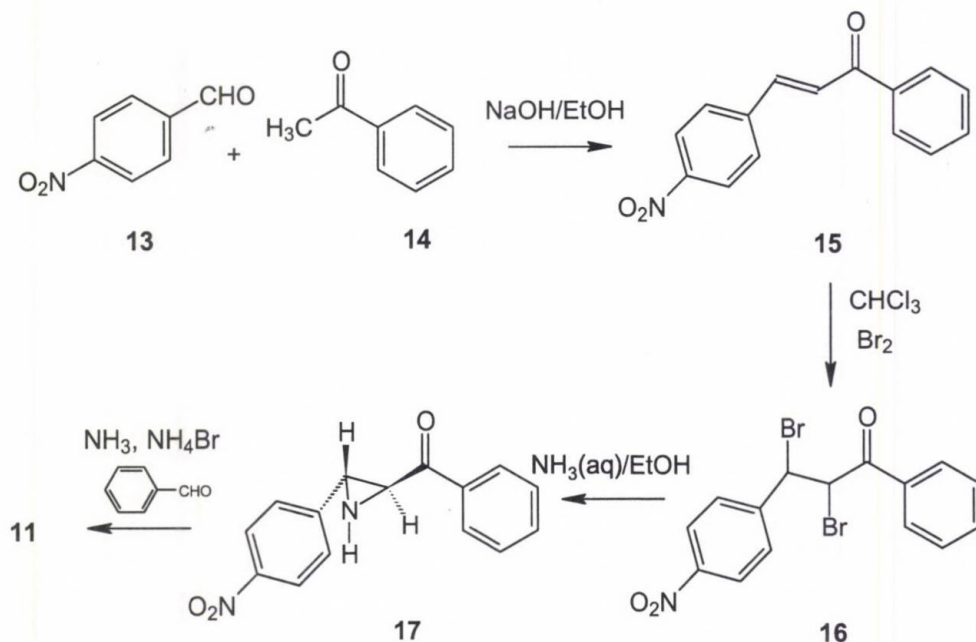


12

szín-azometin-ilid

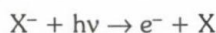
kék

4. ábra

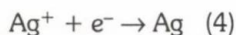


5. ábra

Fotokróm anyagok azok, amelyek fény hatására megváltoztatják színüket, illetve fényátteresztő képességüket. Az eredeti szín más hullámhosszúságú fénnel történő megvilágítás vagy hőközlés hatására, illetve spontán, sötétben tér vissza. Közismert, hogy az ezüst-halogenidek megvilágítás hatására megszürkülnek. A folyamat lényege, hogy a fény hatására a halogenid-ion elektront ad le, amelyet az ezüstion felvesz és fémmezüst válik ki (4).



és



Ez a fekete-fehér fényképezés alapja [8], viszont a folyamat hátránya, hogy irreverzibilis. Ha a megfelelő szemcseméretű ezüst-halogenid szemcséket szilikátmátrixban rögzítjük, akkor a folyamatot reverzibilissé tehetjük, és ún. fotokróm üvegekhez jutunk [9]. Ezekben az üvegekben erős megvilágítás hatására néhány atomos Ag aggregátumok válnak ki, az üveg fényátteresztő képessége lecsökken, sötétben viszont ismét képződik az ezüst-halogenid. A folyamat korlátlanul sokszor ismételhető, és az ilyen üvegeknek igen fontos szerepe lehet pl. szürkület utáni gépjárművezetésben, ui. a szembejövő gépkocsi reflektora a fotokróm szemüveget viselő gépjárművezetőt nem tudja elvakítani. Így az

elvakulásból bekövetkező esetleges baleset elkerülhető. Mivel ilyen üveg előállítása meglehetősen nehéz, ezért a diákok, ill. hallgatók számára történő bemutatásra alkalmasabb és könnyebben előállítható szerves fotokróm anyagokkal fogunk a továbbiakban megismerkedni.

A szerves fotokróm anyagok megvilágítás hatására a következő változásokon mehetnek át: *cis*-*trans* izomeria, tautomeria, kötések homolitikus, illetve heterolitikus hasadása, illetve képződése.

Az elsőre példa a *transz*-dibenzoil-etilén (5) átizomerizációja a *cis*z (6) vegyületté [10]. A tautomeriát jól demonstrálja a 2-[(2,4-dinitrofenil)metil]piridin (7) izomerizációja a 8 vegyületté [11]. A 2,3,4,4-tetraklór-4*H*-naftalin-1-on (9) vegyületben a szén-klor kötés homolitikusan hasad, és a visszamaradó 1-naftol gyök 10 lila színű. Sötétben a 10 gyök klóratommal rekombinálódik 9 vegyületté. A 2-*exo*-6-*exo*-2,4-difenil-6-(4-nitrofenil)-1,3-diazabicyclo[3.1.0]hex-3-én (11) vegyületben az 5-ös és a 6-os szén közötti kötés heterolitikusan hasad, és a képződő ilid (12) kék színű. Ezek, illetve az ilyen típusú vegyületek a fotokróm üvegeken kívül a színes fényképezésben és az információátvitelben is szerepet játszanak. A következőkben a 11 vegyület szintézisével fogunk megismerkedni (5. ábra).

Vegyifülke alatt 1 g (6.62 mmol) 4-nitrobenzaldehyd (13) és 1 ml (8.52 mmol) acetofenon (14) 30 ml etanolos oldatát egy Erlenmeyer-lombikban 70 °C-ra melegítjük (az oldódás így könnyebb), majd jeges fürdőben lehűtjük, és kevertetés közben 4 ml 10%-os NaOH oldatot csepegtetünk az oldathoz, és a hűtést és kevertetést még 30 percig folytatjuk. A kivált *transz*-4-nitrokalkont (15) szűrjük Büchner-tölcséren, kevés hideg etanol-víz 4:1 eleggyel mossuk, levegőn szárítjuk. A termék 750 mg (44%) drapp színű kristályos anyag, op. 161-163 °C.

Vegyifülke alatt a 15 vegyületből 700 mg-ot (2,76 mmol) feloldunk 20 ml kloroformban egy oldalszáras, hűtővel ellátott lombikban, az oldatot 60 °C-ra melegítjük, és hozzácsepegtetjük 0,35 ml (6,38 mmol) bróm 5 ml kloroformos oldatát. Az oldatot még ezen a hőfokon kevertetjük 20 percig, az oldószert vákuumbepárlón eltávolítjuk, a maradékot szilikagélén kromatográfiásan tisztítjuk (hexán/CH₂Cl₂, 1:1 elegy az eluens). Az *eritro*-2,3-dibromo-3-(4-nitrofenil) propiofenon (16) az első foltként jön, vékonyréteg-kromatográfiásan a fenti eluáló eleggyel R_f: 0,3. Termelés: 800 mg (70%), halvány-sárga anyag, op. 151-152 °C.

A 16 vegyületből 750 mg-ot (1,82 mmol) feloldunk 7,35 ml etanolban, és kevertetés közben hozzáadunk 2,1 ml cc. NH₃(aq) oldatot. A reakcióelegyet tartalmazó edényt alufóliával befedjük (fényérzékenység miatt), és ez elegyet 24 órán át kevertetjük szobahőmérsékleten. Ezután az elegyhez 25 ml jeges vizet öntünk, és 5 percig intenzíven kevertetjük. A kiváló halvány narancssárga kristályokat Büchner-tölcséren szűrjük, a nyersterméket 10-20 ml metanolból átkristályosítjuk. A *transz*-2-(4-nitrofenil)-3-benzoilaziridint (17) 230 mg (47%) termeléssel nyertük, op. 142-143 °C.

A 17 vegyületből 200 mg-ot (0,74 mmol) 4 ml absz. etanolban oldunk egy lezárható, mágneses keverővel ellátott lombikban, hozzáadjuk 0,9 ml benzaldehyd 4 ml absz. etanolos oldatát, majd 70 mg NH₄Br-ot adunk az oldathoz, 1 percig kevertetjük, 0 °C-ra hűtjük, majd 5 percig NH₃ gázt buborékoltatunk át a rendszeren (palackból vagy fejlesztjük [4]). Ezután a kevertetést sötétben 24 órán át folytatjuk (a lombikot alufóliába burkoljuk). A kivált kristályos anyagot Witt-lemezen szűrjük, sötétben szárítjuk, a kapott 2-*exo*-2,4-difenil-6-(4-nitrofenil)-1,3-diazabicyclo[3.1.0]hex-3-én 11 fehér kris-

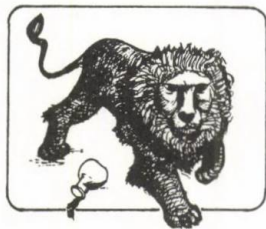
tályos anyag, tömege 78 mg (30%), op. 174-176 °C. A kísérlet leírása: a 11 anyagot óráüvegre tesszük és napfénnel vagy pénzvizsgáló UV lámpával megvilágítjuk. A kristályok felszíne türkizkék lesz, a 12 *szin*-azometin-ilid vegyület keletkezik. A 12 kék színű anyag sötétben másnapra visszaváltozik 11 fehér anyaggá.

A NaOH oldat maró, az acetofenon, benzaldehyd, a cc. ammóniaoldat irritáló anyagok. A bróm erősen mérgező, bőrre csöppennev fekélyesedő sebet, belélegezve tüdővizenyőt okoz. Az ammónia erősen irritáló gáz, ne lélegezzük be! A kloroform gőzei fejfájást, kábulatot okoznak, a kloroform feltehetően rákkeltő hatású.

Összefoglalva: ismertetőnkben a gyakorlati életben egyre nagyobb szerepet játszó termokrom és fotokrom anyagok szerkezetét, működését, valamint 1-1 példán keresztül szintézisüket mutattuk be. Reméljük, hogy a leírt kísérletek elnyerik a kémiatanárok tetszését, és ha módjukban áll, a fenti anyagok valamelyikét előállítják, és órán vagy szakkörön bemutatják.

Irodalom

- [1] Ball P.: Made to Measure. Princeton University Press, New Jersey, 1997.
- [2] Roesky, H. W. – Möckel, K.: Chemical Curiosities. VCH, Weinheim, 1996. 249. o.
- [3] Náray-Szabó I.: Kristálykémia. Akadémiai kiadó, Bp. 1965. 54. o.
- [4] Lengyel B.: Általános és szervetlen kémiai praktikum, Tankönyvkiadó, Bp., 1990.
- [5] White, M. A. – LeBlanc M.: J. Chem. Ed. 76. 1999. 1201. o.
- [6] Bata L.: Folyadékkristályok. Műszaki könyvkiadó, Bp. 1986. 111. o.
- [7] Selinger S. – Schwartz R.: A folyadékkristályok. Tudományos és Enciklopédiai Kiadó, Bukarest, 1983. 49. o.
- [8] Greenwood N. N. – Earnshaw A.: Az elemek kémiája, Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp. 1999. 1624. o.
- [9] Szimán O.: Természet Világa. 115. 1984. 222. o.
- [10] Mayo D. W. – Pike R. M. – Trumper P. K.: Microscale Organic Laboratory, 3rd ed. Wiley, New York. 1994. 553. o.
- [11] Ault A. – Kouba C.: J. Chem Ed. 51. 1974. 395. o.



OROSZLÁNKÖRMÖK

Várhegyi Anna

Játék a kémiaórán

A kémia napjainkban sajnos nem tartozik a legnépszerűbb tantárgyak közé. Talán a tanárok kevés kísérletet mutatnak be? Talán a gyerekeknek érthetetlen, elvont ez a tantárgy? Vagy a tanár érdekességek nélkül mondja el az anyagot?

Ha ezek az okai annak, hogy a gyerekek körében nem kedvelt a kémia, akkor tennünk kell ellene, hiszen mindez a tanáron múlik. Sok látványos kísérletet lehet elvégezni úgy, hogy a gyerekek is részt vegyenek benne, lehet példákat hozni a hétköznapiakból, hogy lássák a diákok a kémia a mindennapi életünkben jelen van, mesélhetünk nekik kémiatörténeti érdekességeket.

A tananyagot néhány év alatt többnyire elfelejtik az emberek, arra viszont tovább emlékezik a gyerek, hogy mekkorát durrant a kezében a hidrogénnel megtöltött szappanbuborék, amikor a gyújtópálcát hozzáérintettük, vagy milyen mókás volt a „fáraó kigyója”, ahogy növekedett. A legjobb az lenne, ha arra is emlékeznének a felnőttek, hogy az óráknak milyen jó hangulatuk volt, sok játékkal, érdekes kísérletekkel.

Minden gyerek szeret játszani, és a játék azért nagyon fontos a tanár számára is, mert a diákok sokat tanulnak belőle.

Kétféle játéktípusra gyűjtöttem kémiai példákat. Az egyik a bemelegítő játékok, a másik típushoz azok tartoznak, amelyeket összefoglaló órán alkalmazhatunk.

Az óra bevezetésének meghatározó szerepe van. Ha a tanár nem ragaszkodik a régi, merev sorrendhez (jelentés, számonkérés), hanem inkább játékos, izgalmas gyakorlatokkal próbálja felkelteni a gyerekek érdeklődését, biztos, hogy ők is máshogy fognak hozzáállni az órához, a tantárgyhoz és a tanárhoz is. A bevezető gyakorlatok, általában nem több, mint ötpercesek. Ezek elindíthatnak egy frontális beszélgetést is.

Az összefoglaló órákra szánt játékok azért érdekesek, mert így élvezetessé, gondolkodtatóvá, tanulságossá tehetők az összefoglaló órák.

Összeválogattam néhány egyszerű, hétköznapi játékot, melyeket a kémia nyelvére írtam át, például. Alapul a Kecskés Andrásné, Rozgonyi Jánosné 7. osztályos tankönyvet vettem.

Egy táborban dolgoztam több nyáron keresztül. Ott a gyerekek ezeket a játékokat kedvelték, lelkesedtek értük. A kémiaórán miért ne szeretnék?

I. Bevezető játékok

1. Miért történt?

A gyakorlat célja, hogy átismételjük a balesetvédelmi szabályokat.

A vállalkozó diákok kapnak egy szituációt, amit el kell mutogatniuk, esetleg beszélni is lehet. Ezeknél a szituációknál valaki valamit rossz-

szul csinál. Az osztály közösen megbeszéli, mit nem szabad, illetve mit tilos csinálni.

Ehhez a játékhoz rakjunk ki „kellékeket”, például üres üveget megfelelő felirattal, rongyot stb. Szituáció: Kíváncsi vagy, milyen anyag van az üvegben, és jó mélyen beleszagolsz. A szag nagyon kellemetlen, szúrja az orrod!)

2. Akasztófa

Kiválasztunk egy jó hosszú szót (ami az anyaghoz kapcsolódik), és a táblára felírjuk a betűinek kihagyott helyeket. Pl.

----- (energiaváltozás).

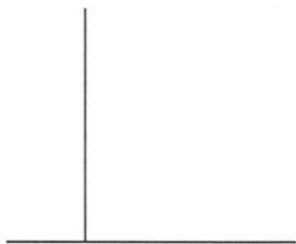
A gyerekek egyénileg vagy csoportokban kérhetnek betűt. Ha benne van a szóban, beírjuk a helyére, ha nincs, aláírjuk a betűt, és egy akasztófa alakú rajz egy elemét felrajzoljuk.

Például a C betű nincs benne a példában, tehát ha ezt kéri, megrajzoljuk az akasztófa alját egy vonallal:

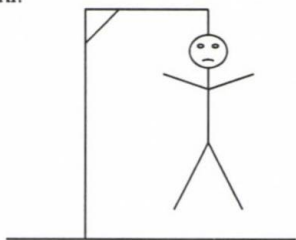
Majd a gyerekek kérésére legyen az E betű. Mivel ez a szóban benne van, beírjuk.

E _ E _ _ _ _ _ _ _ _ _

A következő betűvel, ami nincs a szóban, építjük tovább az akasztófát a függőleges oszlopával:



Ha a gyerekek sok olyan betűt kérnek, ami nincs benne a szóban, akkor mulatságos rajz alakulhat ki:



A játékban a gyerekeknek előbb kell kitalálniuk a szót, mint ahogyan felakasztjuk őket. Miután kitalálják, mi volt az a szó, lehet róla beszélni, kérdéseket feltenni.

Későbbi kérdések lehetnek, hogy milyen energiaváltozásokat ismernek, mondjanak rájuk példákat stb.

3. Fejbecsapós

A játék például a periódusos rendszer tanításához használható maximum 15 emberrel. (Alkalmazható, ha sokan hiányoznak, vagy ha kettébontjuk az osztályt.)

A gyerekek körben állnak. Középen egy tanuló, akinek összezsavart újság van a kezében. Mindenki választ magának egy elemet, ami az ő „neve” lesz, pl. oxigén, nátrium stb. A kezdő diák egy másik tanuló „nevét” mondja, a középen álló pedig próbálja fejbe csapni, akinek a „nevét” hallotta. A második gyerek gyorsan mond egy újabb elemet (nevet). Ha a középen állónak sikerül lecsapnia, akinek a „nevét” hallotta, helyet cserélnek.

4. Pletyka

Egy mondat halad körben az osztályban, mindenki a másik fülébe súgja azt, amit az előzőtől hallott. A végén össze kell hasonlítani az eredeti mondattal a legutolsó játékos által értett mondatot. A játék jó annak demonstrálására, hogy

- egy definícióból nem hiányozhat egy szó sem, hiszen így az értelme változhat meg
- ha láttuk, hogy terjedt az információ...

5. Összekevert szó

Az előző órai kulcsszavak ismételtesére szolgál ez a játék. A táblára felírjuk a kitalálendő szó betűit összekeverve. Miután kitalálják a diákok, lehet róla beszélni, kérdezgetni. Pl. TAMO (atom)

Kérdés. Mit nevezünk atomnak, melyek az alkotórészei? stb.

6. Kis labda

Az óra eleji kérdegetést megtehetjük úgy is, hogy akitől kérdezzünk, annak egy kis labdát dobunk, amit a diák visszadob. Ha nem tud válaszolni, adjon zálogot, amit az óra végén kiválthat (például fekvőtámasszal, énekléssel vagy más feladattal, amit az osztály kitalál).

Megjegyzés: ezt a játékot erdei iskolában vagy kötetlenebb helyen játsszuk inkább, ne a tanórán.

7. Szókiegészítés

A szókiegészítésnek is az ismétlésre való ráhangolás a lényege. A csapatok, például a pad-sorok, fénymásolt lapokon kapják meg az azonos szavakat, melyekből kihagyunk egy-egy betűt. Miután kitalálták, el kell mondaniuk, melyik szó mit jelent.

Pl. P _ O _ _ N (proton)
 _ E _ I _ D _ S _ S _ E _ D _ Z _ R (periódusos rendszer)
 _ Ő _ S _ _ O _ T (főcsoport) stb.

8. Barkochba

A tanár vagy a gyerek gondol valamire. A többiek kérdések alapján kitalálják. A kérdésekre csak igennel vagy nemmel szabad válaszolni.

9. Mit írjak le?

A tanár 3 csoportba osztja az osztályt, és megsúgja a csapatoknak, hogy milyen halmazállapotot képviselnek, (gáz, folyadék, szilárd). Elkezd olvasni különböző anyagneveket hangosan az egész osztálynak. A gyerekeknek csak a saját csoportjukra jellemző anyagokat kell leírniuk (pl. csak a gázokat). Utána felolvassák a csapatok, amit leírtak. A többiek kitalálják, hogy ki mit írt le, és a hibákra, nehezebb kérdésekre rávezetjük a diákokat. Pl. benzin, levegő, olaj, zsír, klór, nátrium, lítium...

10. Föl-le

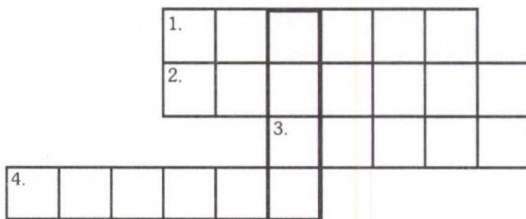
Ezt a játékot az óra végén jó játszani, mert megmozgatja a gyerekeket, és rohanhatnak ki a szünetre, vagy óra közben, ha úgy látja a tanár, hogy jót tenne egy kis mozgás. A tanulók körbe ülnek. Megbeszéljük, hogy a klórgáz nehezebb a levegőnél, a hidrogén pedig könnyebb. Tehát, ha a tanár azt mondja: klór, mindenki leül, ha azt: hidrogén, mindenki feláll. A két gáz nevét gyorsan mondja a pedagógus, a gyerekek leülnek, felállnak, aki eltéveszti, kiesik. Egyéb példák:

folyadék(víz)-gáz(levegő)
 mérgező(cián)-élethez elengedhetetlen(oxigén)

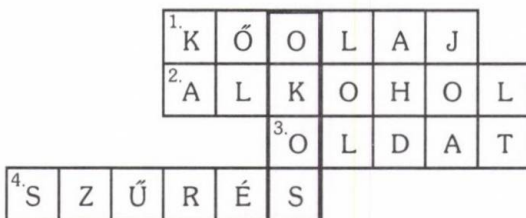
II. Játékok, amelyek egyaránt használhatók bevezetőként és összefoglaló órákon

1. Keresztrejtvény

Több, kis létszámú csapatot alakítunk (lehet 2 fős csoport is). Fénymásolt lapon kapják meg a rejtvényt, amit ki kell tölteniük. Amelyik csapat először fejt meg a rejtvényt, az győz. Pl. az oldatok témakörből.



1. olyan energiahordozó, melynek párlatai például a benzin, gázolaj
2. oldószer
3. oldószer + oldott anyag
4. a nem oldódó szilárd anyagot így választod el az oldószertől



2. Ki vagyok én?

Egy önként jelentkező gyerek kimegy az osztály elé, és elolvassa az információt. Ezen áll, hogy ő pl. egy gáz. A csapatoknak vagy a gyerekeknek egyénileg ki kell találniuk, ki ő. Az nyer, aki a legkevesebb információból tudja a jó megoldást, de ha rosszat tippelnek, pontlevonás jár. Pl.

1. Én egy színtelen gáz vagyok.
2. Elég kellemetlen szúrós szagom van.
3. A vizes oldatom egy sav.
4. Egy molekulám 2 atomból áll.
5. Az egyik atomnak a rendszáma 1, a másiknak 17. (HCl)

Megjegyzés: A gáz tulajdonságait a tanár mindig írja le a diákoknak, így nem fognak félni, hogy olyan vegyületet kapnak, amiről nem tudnak beszélni.

Nehezíthetjük úgy a játékot, hogy nekik kell kitalálniuk, hogy mik lesznek, és mit mondjanak magukról, de akkor adjunk pár perc felkészülési időt.

3. Párosítsd össze! (A)

A csapatok kétféle színű kártyákat kapnak, amelyeket párba kell rakni. (Egy kéknek egy piros párja van.)

H ₂ O	—	víz
gyémánt, grafit	—	elemi szén módosulatai
NaCl	—	konyhasó

Úgy is feladható az előbbi kérdés, hogy az összeillő fogalmakat össze kell kötni.

4. Az amorf kén, avagy hogyan bogozódjunk ki?

A hetedik osztályos tananyagban nincs benne a kén, de a játék nagyon kedves, és a fehérjék, illetve a gumi tanításánál is használható.

A gyerekek körbe állnak, behunyják a szemüket. A kör közepe felé benyúlnak mindkét kezükkel. Megfogják azokat a kezeket, amelyekkel találkozott az ő kezük, és nem engedik

el. (Fontos, hogy egy kéz csak egy másik kezét fogjon, és lehetőleg ne a szomszédét). Amikor kinyitják a szemüket, azt látják, hogy teljesen össze vannak tekeredve. Az a feladatuk, hogy kibogozódjanak

III. Összefoglaló órák játécai

Az összefoglaló órákat úgy terveztem, hogy az osztályt 4-5 csoportra osztjuk, majd különböző játékok során a csoportok pontokat gyűtenek, ami alapján az óra végére kialakul a sorrend. Mi legyen a győztes csapat jutalma? Szerintem nem érdemes ötöst adni, mert lehet, hogy nem egyforma intenzitással dolgoztak a tagok. Talán egy csomag cukor, vagy dicséret lenne a legmegfelelőbb, értékelve a többi csapat kiváló teljesítményét is.

1. Hogyan alkossunk csapatokat?

Mindenki húz egy kalapból egy cédulát. Ezeket négyféle (vagy ötféle, a csapatok számától függő) képlet állhat. Az azonos képletűek alkothatnak egy csapatot. Így lesz pl. H₂O, NH₃, Cl₂, és Na csoport

2. Ki tud többet „arról”?

Minden csapat válasszon egy írnokot. A csoportoknak az a feladatuk, hogy írjanak le minél többet például a vízről. Pár perc múlva leállítjuk a versenyt, és megbeszéljük, ki mit írt, ki írt le több információt.

Megjegyzés: bármit írnak a gyerekek (ami nem butaság), elfogadjuk, de kiemeljük a lényegi dolgokat.

3. Aktiviti

A játék a 90-es évek egyik legnépszerűbb társasjátéka. Lényege az, hogy egy szót elmutogassunk, körülírjuk vagy lerajzoljuk a saját csapatunknak 1 perc alatt.

A csoportok 5-6 fősek. A kezdő csapatból egy gyerek húz egy cédulát, amin van egy szó. Ezt a szót a tanulónak úgy kell lerajzolnia, hogy

a csapata kitalálja, melyik szóról van szó. Ha 1 perc alatt kitalálják, pontot kap a csapat. Jön a második csoport, ahol szintén egy másik gyerek lerajzol egy másik szót. (Mindig a saját csapat találgat). A gyerekek állandóan kérdeztnek, ha jót mondanak, a rajzoló jelez.

A második körben az első csapatból egy másik diák húz egy másik cédulát, de neki az azon levő szót már el kell mutogatnia (nem szabad beszélnie).

A harmadik körben egy harmadik gyerek szóban körülírja a szót, amit húzott (természetesen nem ejtheti ki). A körök folytatódhatnak rajz, pantomim, beszéd... Pl. Témakör: mindennapi anyagaink.

- Rajzos szavak: tengervíz, égés, rovarirtó, robbanás...
- Beszéd: szódavíz, forrás, olvadás, benzin...
- Eljátszás: levegőszennyezés, jég, szemét, szűrés...

Megjegyzés: olyan szavakat keressünk, amit a gyerekek más oldalról is megközelíthetnek (nem csak a kémia oldaláról).

4. Saláta

Minden egyes A4-es lapra egy kérdést vagy feladatot írunk. Az első lapot összegyűjjük, a másodikat az elsőre rögzítjük kis ragasztóval. A lapok úgy fognak elhelyezkedni (ahogy egymásra gyűjjük őket), mint a saláta levelei.

Az elő csapat lefejt a legkülső lapot, és válaszol az azon levő kérdésre vagy megoldja a feladatot. Továbbadja a következő csoport-

nak, akik a következő salátalapon levő feladattal néznek szembe és így tovább. (Jó megfajtásért pont jár.)

Pl. Témakör: Atomok és elemek.

- Mi a rendszám? A csoport minden tagja nevezzen meg egy elemet, és mondja meg a rendszámát! (Periódusos rendszer nézhető.)
- Válasszatok ki magatok közül 2 protont, 2 neutron és 2 elektront! Álljatok úgy, ahogy az atomban ezek a részecskék elhelyezkednek! Melyik atomról van szó?
- Milyen a kénatom energialétreje? Hány telített elektroneje van? A legkülső héjon hány elektron van?

5. Pingponglabdák

Pingponglabdákra egy-egy feladat számát írjuk föl. Két csapat között asztal áll, amin a labdák vannak. Adott jelre a gyerekek elkezdik fújni a labdákat a másik tételére, hogy leessen a földre. Mindkét csapatnak a náluk leesett labdák feladatait kell megválaszolniuk. (A számoknak megfelelő kérdések a tanároknál vannak. A feladatokat lásd a Saláta nevű játékban.)

6. Dominó

Az ismételésre szánt szavakkal játszhatjuk a régi játékot. Jó példa a periódusos rendszer elemei, illetve az atom részei. A gyerekek játszhatnak csapatban vagy egyénileg, több játszóasztalnál.

...	Mg								
	Magnézium	Proton							
		p ⁺	VII. főcsoportban van van						
			Klóratom	Elektronburok					
				Elektronok tartózkodási helye	stb.				

7. Modellezzünk!

Az atomok témakörben az összefoglaló órán a tanár felmutat egy modellt. A csapatoknak le kell írniuk, melyik molekula modellje, amit felmutattunk. Úgy is nehezíthetjük, hogy a csapatoknak kell összerakniuk a tanár által mondott molekulát pálcikamodell alkotóelemeiből. (A tökéletes modell pontot ér.)

8. Tippeljünk!

A tanár mond egy állítást, vagy felsorol több lehetőséget. A gyerekek megbeszélnek, mi a helyes megoldás. Minden csapat elmondja a döntését, majd megbeszéljük, kinek volt igaz, és miért. A példákat a Kémiai reakciók témakörből vettem.

- A hidrogén égése
 - A) exoterm
 - B) endoterm
 - C) nincs energiaváltozás.
- 2 vízmolekulában hány oxigénatom van?
 - A) 4
 - B) 2
 - C) 6

- Az oxigén:
 - A) oxidálószer
 - B) redukálószer
 - C) nem vesz részt a reakciókban
- A mosószerek:
 - A) semleges
 - B) savas
 - C) lúgos hatásúak

9. Emlékszel a kísérletre?

Összefoglaló órákon a már bemutatott kísérleteket játszhatjuk videón úgy, hogy csak az elejét mutatjuk meg, a csapatoknak meg kell mondaniuk, vagy le kell írniuk, hogy mi lesz a kísérlet vége, és mi a magyarázata.

Ezekkel a játékokkal ötleteket szeretnék adni, hogy hogyan játszhatunk a kémiaórán. Természetesen még számtalan játékot lehet kitalálni és átalakítani korosztálynak és osztálynak megfelelően. Végezetül szeretnék köszönetet mondani Rózsahegyi Márta tanárnőnek, aki lelkesen segítette munkámat.

Megjegyzés

A VIII. évfolyam 1. számában megjelent

Kapuváriné Székely Judit: A nitrogén-oxid tulajdonságai, szerepe az élő és élettelen világban

című cikke az ELTE „Mindennapok kémiája” továbbképzésében készült záródolgozatának rövidített változata.

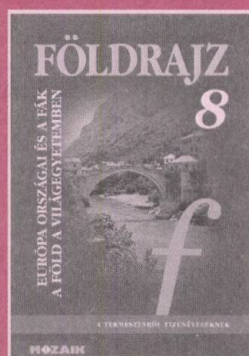
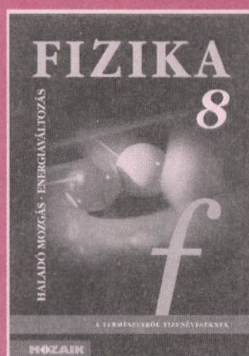
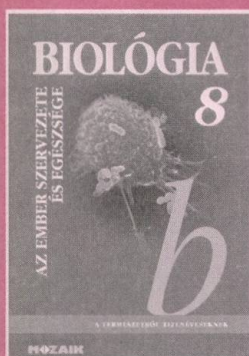
Kémiai kísérletek általános és középiskolásoknak

Könyvünk több mint kétszáz olyan látványos és élményt nyújtó kísérletet közöl, melyek többnyire egyszerű eszközökkel és hétköznapi anyagokkal elvégezhetők az általános és középiskolai kémiaórákon, esetleg otthon.

A könyv a kísérletekhez minden esetben részletes elméleti magyarázatot is fűz, ami egyaránt segítheti a kísérletet bemutató tanárok, illetve a tanultakat mélyebben érteni akaró, esetleg a felvételre készülő tanulók munkáját is.



A természetről tizenéveseknek tankönyvsorozat 8. osztályos kötetei



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon/Fax: (62) 470-101, 488-282

MOZAIK KÖNYVESBOLTOK

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612
6723 Szeged, Csongrádi sgt. 73., Tel.: (62) 485-522

MOZAIK
www.mozaik.info.hu

12

Az oxidáció és a redukció
a tankönyvekben, tantervekben
és vizsgakövetelményekben

(Dr. Tóth Zoltán)

A kémia és a környezeti
nevelés lehetőségeiről

(Dr. Horváthné Papp Ibolya)

Beszámoló a 8. Sárospataki
Diákvegyész Napokról

(Dr. Velkey László)

VIII. ÉVFOLYAM 2000

4

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Dr. Tóth Zoltán

Dr. Soltész György

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 470-185

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Kovács Attila

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 880 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási Minisztérium és a Soros Alapítvány támogatásával.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült

a Generál Print Nyomda Kft.-ben

TARTALOM

Az oxidáció és a redukció a tankönyvekben, tantervekben és vizsgakövetelményekben

Dr. Tóth Zoltán egyetemi docens, DE, Debrecen

Érdekességek a kémia történetéből II.

A különleges reagens, az elektron

Dr. Szalay Tibor egyetemi tanár, DE, Debrecen

A kémia és a környezeti nevelés lehetőségeiről

Dr. Horváthné Papp Ibolya szaktanácsadó, Szekszárd

Beszámoló a 8. Sárospataki Diákvegyész Napokról

Dr. Velkey László igazgató, Sárospatak

Beszámoló a Református Gimnáziumok

Országos Kémiaversenyéről

Podobni Lajosné munkaközösségvezető, Kiskunhalas

Egyszerű modellek

Móricz Ágnes V. évf. mat-kém, ELTE, Budapest

Az 1999/2000. tanévi kémia OKTV III. (gyakorlati) fordulója – Az I. kategória feladatai és értékelésük

Dr. Rózsahegyi Márta egyetemi docens, ELTE, Budapest

Dr. Wajand Judit egyetemi docens, ELTE, Budapest

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Tóth Zoltán

Az oxidáció és a redukció a tankönyvekben, tantervekben és vizsgakövetelményekben

A kémia alapvető fogalmai közé tartozik az oxidáció és a redukció. Ezek a fogalmak a kémia tudományának fejlődése során jelentős változáson mentek keresztül. Az elnevezés – oxidáció – az oxigénfelvétellel járó reakciók makroszintű leírására jött létre. Ez a jelentés mára átalakult: a részecske-szintű értelmezés szerint az oxidáció elektronleadást, az elvontabb, szimbólumszintű értelmezés szerint oxidációs-szám-növekedést jelent.

A következőkben bemutatom és elemzem az oxidáció és redukció fogalmakkal kapcsolatos tantervi előírásokat, vizsgakövetelményeket és tankönyvi megoldásokat.

Az oxidáció és a redukció a tantervekben és vizsgakövetelményekben

Az oxidáció és redukció részecske-szintű értelmezése a középiskolai tananyagban az 1960-as évek közepén [1], az általános iskolai tantervben 1979-ben jelent meg először [2]. Az oxidációs szám az 1970-es évek közepétől szerepel a középiskolai kémia tananyagban [3]. Az oxidáció és redukció fogalmának szélesítése minden esetben a korábbi elméletek tanítása után történik.

A Nemzeti alaptantervnek (NAT) a 8. évfolyam végéig teljesítendő részletes követelményében a reakciótípusok között szerepel a redoxireakció, valamint az oxidálószer és redukálószer fogalma, de nincs megjelölve a fogalom értelmezésének szintje. A 10. évfolyam végéig teljesítendő részletes követelmény a redoxireakciók részecskeátmenettel történő értelmezését írja elő, ebből valószínűsíthető, hogy a 8. évfolyam végéig előírt követelmény az oxidáció és a redukció kezdeti, makroszintű értelmezését ta-

karja [4]. A NAT által előírt követelményekben tehát nem szerepel az oxidációs szám.

Az alapműveltségi vizsga részletes vizsgakövetelményében a következőt olvashatjuk: „Redoxireakciók fogalmának meghatározása. Oxidáció, redukció magyarázata elektronátmenet alapján, néhány folyamat leírása egyenlettel. Oxidálószer, redukálószer megkülönböztetése. Az oxidációs szám változásának kiszámítása egyszerű redoxireakciókban.” [5] (Dőlt betűvel szedve az ún. minimumkövetelmény.) Ebben tehát nem szerepel az oxidáció és redukció makroszintű megfogalmazása, szerepel viszont az oxidációs szám.

A nem régen közreadott kerettanterv évfolyamokra lebontva, igen részletesen ismerteti a megtanítandó tartalmakat. 7. osztályban: „A megismert példákon keresztül az egyesülés és a bomlás, az égés, az oxidáció és a redukció fogalmainak értelmezése (elektronátmenet nélkül).” [6] A gimnáziumok, szakközépiskolák (agrár, valamint humán és gazdasági szakterület) 9. osztályában: „Oxidáció és redukció (elektronátadással), oxidáló- és redukálószer, a két fogalom viszonylagossága. Az oxidációs szám. Adott reakcióban az oxidáló- és redukálószer megállapítása.” [7] A szakközépiskolák műszaki szakterületének 9. osztályában: „Oxidáció és redukció értelmezése elektronátadással, oxidáló- és redukálószer.” [8] A szakiskolák tanterve egyáltalán nem szól az oxidáció és redukció fogalmának továbbfejlesztéséről [9]. A kerettanterv szerint tehát a fogalmat differenciáltan kell továbbfejlesztetni, bizonyos iskolatípusokban egyáltalán nem, vagy csak az elektronátmenettel történő értelmezés szerepel, a gimnáziumokban és egyes szakközépiskolákban viszont a részecske-szintű értelmezés mellett megjelenik a szimbólumszintű értelmezés (az oxidációs szám) is.

A kétszintű kémia érettségi vizsga követelményében mind közép-, mind emelt szinten a következő szerepel: „...elektronátmenettel járó reakciók: Tudja értelmezni a redoxi-reakciókat a tanult példák alapján (elektronátmenet, oxidációszám-változás).” [10]

A kémia tananyag, a tantervek és vizsgakövetelmények szerint az oxidáció és redukció fogalmának mindhárom szintű jelentése fontos, tanítandó, legfeljebb az oxidációs számmal, esetleg az elektronátmenettel történő értelmezés maradhat el bizonyos iskolatípusok esetén. Bár az egyes szintek bevezetésének időpontjában vannak eltérések, úgy tűnik, hogy az oxigénfelvétellel és -leadással történő értelmezés az általános iskolai, az elektronátmenettel, valamint az oxidációs számmal történő értelmezés már az alsó-középfiskolai tananyagban megjelenik. Ebben a tekintetben az alpműveltségi vizsga, illetve a kerettanterv gimnáziumokra és egyes szakközépiskolákra előírt követelménye alig marad el a kétszintű érettségi vizsga követelményétől.

Az oxidáció és a redukció a tankönyvekben

Ibben a fejezetben 17 jelenleg is forgalomban lévő magyar tankönyvcsalád elemzését mutatom be az oxidáció és redukció tanítása szempontjából.

Az 1. táblázat tartalmazza a redoxireakciók négy szintű tárgyalásának előfordulását a 7., 8. és 9. évfolyamon. (Megjegyzem, hogy az új tankönyvcsaládok közül ötnek csak az első két kötet jelent meg, így a középiskolás évfolyamokra vonatkozó adatok nem teljesek.) Látható, hogy

A redoxireakció, mint...	7. évf.	8. évf.	9. évf.
oxigénátadás	7	1	3
elektronátadás	2	7	7
elektroneltolódás	–	3	2
oxidációszám-változás	1	–	8

1. táblázat
A redoxireakció fogalmának négy szintű megjelenése a különböző évfolyamok kémia tankönyveiben

7. osztályban az oxigénátadással, 8. osztályban az elektronátadással, 9. osztályban az elektronátadással és az oxidációszám-változással történő meghatározás a jellemző.

A 7-8. évfolyamnak szóló 11 tankönyvcsalád összefoglaló adatait a 2. táblázat tartalmazza. A táblázat adataiból látható, hogy az általános iskolásoknak írt tankönyvekre az oxidációnak oxigénfelvétellel, illetve elektronleadással történő értelmezése a jellemző.

Az oxidáció mint oxigénfelvétel, a redukció mint oxigénleadás

Az oxidáció és redukció kezdetleges (néhány tankönyv szerint „hétköznapi”) jelentését 5 tankönyv [11, 12, 16, 19, 21] egyszerre tárgyalja, jelezve a két folyamat szoros kapcsolódását egymáshoz. Három tankönyv [13, 14, 15] először az oxidáció fogalmát vezeti be, majd jóval később a redukciót, és ekkor jegyzi meg, hogy ez a két folyamat egymással ellentétes, együtt járó kémiai változás. Egy olyan tankönyvcsalád is akad [17], amelyben csak az oxidáció fogalma szerepel, de – legalábbis az általános iskolában – nem jelenik meg a redukció fogalma.

A tankönyvek többsége [12, 13, 14, 15, 17, 21] az oxidáció fogalmát az égés tárgyalásánál vezeti be. Egy esetben [16] az oxigén tulajdonságainál, két esetben [11, 19] külön fejezetben („Oxidáció és redukció”, „Redoxireakciók”) jelenik meg az oxidáció. A fogalom bevezetéséhez használt példák, kísérletek kivétel nélkül égési reakciók: elemek, esetleg vegyületek égése oxigénben.

Az oxidáció megfogalmazása terén háromféle variáció fordul elő a tankönyvekben: oxigénnel való reakció [14, 15, 16, 17], oxigénfelvétel [21], valamint oxigénnel történő egyesülés [11, 12, 13]. Ez utóbbi mindenképpen hibás, hiszen csak az elemek oxigénnel való reakciójára (egyesülésre) érvényes, vegyületek égésére már nem.

A redukció fogalmának bevezetése, amennyiben elválik az oxidációétól, általában a hidrogén tulajdonságainak leírásánál történik [14, 15]. A redukció már egyértelműen mint oxigénelvonás (oxigénleadás) jelenik meg a tankönyvekben. Klasszikus példának tekinthető a kísérletileg is könnyen megvalósítható réz(II)-oxid

és hidrogéngáz reakciója [12, 13, 14, 15, 16], de előfordul a $\text{CuO} + \text{Fe}$ [13], valamint a $\text{Mg} + \text{CO}_2$ [11] reakció is.

Bár a redukció tárgyalásánál szereplő reakciók alkalmasak az oxidáció és a redukció együttes jelenlétének bemutatására, ugyanakkor egyik tankönyv sem ad magyarázatot arra, hogy az elemek és vegyületek égésekor (oxigénnel való reakciójakor) hogyan kell elképzelni a redukciót, vagyis mi ad át oxigént az égő anyagnak.

Az oxidáció mint elektronleadás, a redukció mint elektronfelvétel

Az oxidáció és redukció részecskeszintű értelmezése feltételezi az atomszerkezet ismeretét. (Megjegyzem, hogy az előbbi alfejezetben tárgyalt 9 tankönyv közül 7-ben [11, 12, 13, 16, 17, 19, 21] az oxidáció és redukció bevezetését megelőzi az atomszerkezeti ismeretek tárgyalása, tehát valójában minden előismeret adott a fogalom részecskeszintű értelmezéséhez.)

A tankönyvek általában [11, 12, 13, 22, 23, 24, 25, 26, 27] a kémiai reakciók tárgyalása, csoportosítása közben többnyire külön fejezetben („Redoxireakciók”, „Elektronátmenettel já-

ró reakciók”) tárgyalják az oxidáció és a redukció részecskeszintű értelmezését. Találunk példát azonban a szerves kémia megfelelő fejezetében történő tárgyalásra is, így például az oxigén után [19, 21], az oxidok kapcsán [18], a klór reakciónál [14], a NaCl -nél [16, 20] és a fémek redukálósoránál [15].

A tankönyvek egy kivételével [27] konkrét kémiai reakciókon, számos esetben kísérletileg is szemléltetett módon tárgyalják az elektronátmenetet. A leggyakrabban használt példák: fémek (általában Mg) égése, fémek (általában Mg és Na , esetleg Fe) reakciója klórral, fémek kicserélődési reakciói (pl. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4$, $\text{Cu} + \text{AgNO}_3$), halogének reakciója egymással (pl. $\text{Cl}_2 + \text{KI}$).

Két tankönyv [16, 20] kivételével a témakör tárgyalását megelőzi az atomszerkezet, az ionok és a kémiai kötések bemutatása. E két tankönyvben az ionok fogalma, az ionképződés az oxidáció és a redukció részecskeszintű értelmezésével egyidőben jelenik meg.

Az oxidálószer és a redukálószer viszonylagosságát egyetlen tankönyv [21] hangsúlyozza és szemlélteti a $\text{Fe} + \text{CuSO}_4$ és $\text{Cu} + \text{FeSO}_4$ rendszer kapcsán.

Az oxidáció, mint...				Tankönyv
oxigénfelvétel	elektronleadás	részleges elektronleadás	oxidációsszám-növekedés	
+	+	+		[11]
+	+	+		[12]
+	+			[13]
+	+			[14]
+	+			[15]
+	+			[16]
+				[17]
	+	+		[18]
+	+		+	[19]
	+			[20]
(+)	(+)	(+)	(+)	[21]
8	9	3	1	Összesen

(+) A [21] tankönyvcsalád első két kötetében egyáltalán nem jelenik meg az oxidáció és redukció fogalma. A harmadik kötet viszont a fogalomnak mind a négy szintű értelmezését ismerteti. Mivel ez a tankönyvcsalád – a többivel ellentétben – 5 kötetből áll, ezért elképzelhető, hogy a 3. kötet már 8. évfolyamon sorra kerülhet.

2. táblázat

Az oxidáció négyféle megfogalmazásának előfordulása a 7. és 8. évfolyam számára írt tankönyvekben

Az oxidáció és redukció mint részleges elektronátadás vagy elektroneltolódás

Az oxidáció és redukció részleges elektronátadással történő megfogalmazása mindössze 5 tankönyvben [11, 12, 18, 21, 26] szerepel. Valamennyi esetben a fogalom ilyen módon történő bevezetésének előfeltétele az elektronegativitás és a poláris kovalens kötés tanítása. A konkrét példák: a H_2 és Cl_2 reakciója [12, 21], valamint a nemfémek (pl. C, S) reakciója oxigénnel [11, 12, 18, 26].

A kizárólag általános iskolások számára készült 3 tankönyvcsaládban [11, 12, 18] az oxidáció és redukció ilyen módon történő kiterjesztését nem követi az oxidációs szám bevezetése.

Az oxidáció és redukció mint oxidációs szám-változás

A vizsgált tankönyvek közül valamennyi középiskolások számára készült tankönyv tárgyalja az oxidáció és redukció elvont (oxidációs számmal történő) értelmezését általában a 9. osztályban.

Bevezetésének szükségességét a legtöbb tankönyv [13, 19, 21, 22, 24, 25, 26] azzal indokolja, hogy az elektronátadással értelmezett oxidációt és redukciót ki kell terjeszteni a kovalens vegyületek reakcióira is. Az egyik tankönyv [23] szerint az egyszerű ionok töltésszáma jellemzi azok oxidációs állapotát, kovalens vegyületekben az atomok oxidációs állapotát pedig egy névleges töltéssel, az oxidációs számmal adhatjuk meg. Van olyan tankönyv is [27], amely szerint az oxidációs szám vagy oxidációs fok bevezetése azért szükséges, mert így egyszerűbben lehet értelmezni a redoxireakciókat. Bevezető példaként általában a $H_2 + Cl_2$, esetleg a $S + O_2$, $C + O_2$ és $H_2 + O_2$ reakciók szolgálnak.

A vizsgált tankönyvekben kettő kivétellel szerepel az oxidációs szám definíciója: az oxidációs szám egyenlő a molekulában (ionban, kristályban) levő atom töltésével, ha gondolatban a kötések alkotó elektronokat teljes egé-

szében az elektronegatívabb atomhoz rendeljük. Az egyik tankönyvben [23] nem, a másikban [27] hibásan szerepel az oxidációs szám meghatározása („az oxidációs fok vagy oxidációs szám egy vegyületben az egyik atom által leadott és a másik atom által felvett elektronok számát jelenti”).

Az oxidációs számnak a definíció alapján történő meghatározását a legtöbb tankönyv néhány egyszerű példán (HCl , H_2O , CO_2 , CH_4 , NH_3 , H_2O_2) keresztül mutatja be. Leginkább didaktikus az a megoldás, ahol rajzban is szemlélteti a szerző az elektronok atomokhoz rendelését [24].

Ezt követően minden tankönyv megfogalmaz egy szabályrendszert a leggyakrabban előforduló atomok oxidációs számának megállapítására. Mindegyikben szerepel az oxigén -2 -es és a hidrogén $+1$ -es oxidációs száma, néhány esetben utalva arra, hogy ezektől lehet eltérés is. A legteljesebb összeállítást a [21] tankönyv közli: „Az I.A oszlop (alkálifémek) elemeinek oxidációs száma vegyületeikben mindig $+1$, mert egy elektron leadásával érik el a nemesgázszerkezetet. A II.A oszlop (alkáliföldfémek) elemeinek oxidációs száma vegyületeikben mindig $+2$, mert két elektron leadásával érik el a stabil elektronszerkezetet. A legnagyobb elektronegativitású fluoratom oxidációs száma vegyületeiben mindig -1 . (A többi halogénelem általában -1 vegyületeiben, de ismerünk több olyan vegyületet is, ahol az oxidációs számuk pozitív is lehet.) Az oxigén oxidációs száma vegyületeiben -2 , de van egy [és a peroxidok, szuperoxidok?] kivétel, a fluor-oxid (F_2O), ahol a F-atom oxidációs száma természetesen -1 , ezért az oxigéné csak $+2$ lehet. A hidrogénatom oxidációs száma vegyületeiben $+1$, de most is van kivétel, mégpedig az I.A és a II.A oszlop és hidrogén ionos vegyületei, az úgynevezett hidridek. Ezekben az ionrácsos hidridekben a hidrogén negatív töltésű iont, hidridiont (H^-) képez. Például a NaH (nátrium-hidrid), ahol a nátrium oxidációs száma (és töltésszáma): $+1$, ezért a hidrogéné -1 , vagy a CaH_2 (kalcium-hidrid), amelyben a kalcium oxidációs száma (és töltésszáma) $+2$, ezért a hidrogéné -1 .”

Az oxidációs számnak ilyenféle szabályok alapján történő meghatározását néhány példán keresztül minden tankönyv bemutatja, de mindössze kettő [22, 23] foglalkozik a redoxiegyenletek felírásában, rendezésében való felhasználásával.

Az oxidáció és redukció a szerves kémia tankönyvekben

Ismeretes, hogy a szerves kémia fogalomrendszere sok tekintetben különbözik az általános kémia, vagy a szervetlen kémia rendszerétől. Nincs ez másként az oxidáció és a redukció esetén sem. A következőkben 6 szerves kémia tankönyv (illetve szerves kémiai fejezetet tartalmazó tankönyv) elemzésének eredményét mutatom be.

A vizsgált tankönyvek közül mindössze egy [21] tárgyalja a szerves vegyületek redoxireakcióit a már korábban bevezetett oxidációs számok alapján. Így jut arra a következtetésre, hogy „az oxigéntartalmú szerves vegyületek oxidációja tehát oxigén felvételét vagy hidrogén leadását jelenti, redukciója pedig hidrogén felvételét vagy oxigén leadását”. Egy másik tankönyvben [19] is megjelenik az oxidációs szám, bár meglehetősen indirekt formában: „Tudod, hogy a reakcióban a formaldehid hangyasavvá oxidálódott. Azt is tudod, hogy az oxidációval párhuzamosan mindig redukció is végbemegy. Mi redukálódott a fenti folyamatban [ti. a formaldehid ezüsttükörpróbájában]? Írd fel az oxidációs számokat!”

A [24] tankönyv mindössze megemlíti, hogy az ezüsttükörpróba és a Fehling-reakció valójában redoxireakciók, a [28] pedig, bár részletesen ismerteti ennek a két reakciónak a mechanizmusát, azokat a reakcióban képződő hidridion és a fémionok közötti elektronátmenettel értelmezi.

Két gimnáziumi tankönyv [22, 23] a szerves vegyület szempontjából elemzi az alkoholok és aldehidek oxidációját, illetve az aldehidek és karbonsavak redukcióját. Megállapítják, hogy az alkoholok oxidációja dehidrogénezést, az aldehidek oxidációja oxigénfelvételt, az aldehidek és karbonsavak redukciója pedig hidrogénfelvételt jelent.

Összegzés

A jelen és a közelmúlt kémia tanterveinek, vizsgakövetelményeinek és tankönyveinek elemzéséből kiderül, hogy a magyar kémiainoktatás az oxidáció és redukció fogalmát többszintűen értelmezve mutatja be.

Bár az oxigénhez kötött meghatározás minden esetben komoly értelmezési zavart okoz (mi redukálódik, ad le oxigént az O_2 -vel való reakciókban?), és a tananyag megértése sem igényli az oxidáció és redukció ilyen módon elcsúsztatott bevezetését, a kémia tankönyvek többsége ragaszkodik ehhez a tárgyalásmóddhoz, sőt a kerettantervben explicit módon is megjelenik a részecskeátmenet nélküli értelmezés.

Az oxidáció és redukció korszerű, részecske-szintű értelmezése általában már az általános iskolai tankönyvekben megjelenik az ionos vegyületek tárgyalásánál. A kerettanterv szerint ennek tanítása a 9. osztályos kémia feladata. Szép példákat találunk a részecskeszintű értelmezés kovalens vegyületek képződésére történő kiterjesztésére, a részleges elektronátmenettel értelmezett oxidáció és redukció tanítására. A redoxireakcióknak teljes vagy részleges elektronátmenettel való értelmezése valójában elegendő az alapszintű kémiában megjelenő elektrokémiai, szervetlen kémiai és szerves kémiai ismeretek tárgyalásához.

A leginkább elvont, ún. szimbólumszintű értelmezés (redoxireakció mint oxidációs-szám-változás) valamennyi alsó középiskolai tankönyvben szerepel. Kimondatlanul ugyan, de problémát jelent az, hogy az oxidációs szám definíciója alapján történő meghatározása komoly anyagszerkezeti ismereteket igényel. Ezt elkerülendő a tankönyvek egy elnagyolt, kivételekkel tarkított „szabályt” mutatnak az oxidációs szám meghatározására. További súlyos probléma, hogy ezt követően alig kerül sor a megtanított oxidációs szám használatára akár az egyenletrendezésben, akár a szerves kémiai redoxifolyamatok tárgyalásában.

A munkát az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA T-026281) támogatta.

Irodalom

- [1] Kelemen L., Szalay I.: Kémia a gimnáziumok II. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp., 1966. 51. old.
- [2] Szabolcsi L.: A tanterv általános jellemzése. In: Az általános iskolai kémiatanítás korszerűsítésének története (Szerk.: Balázs L.), OPI Pedagógus Továbbképzés Könyvtára, Bp., 1978. 42. old.
- [3] Kőrös E., Pintér I.-né: Kémia a gimnáziumok I. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp., 1976. 169. old.
- [4] Nemzeti alaptanterv. Korona Kiadó, Bp., 1995. 140. és 143. old.
- [5] Pótáriné Hojcsi Zs.: Kémia. Alapműveltségi vizsga. (Részletes vizsgakövetelmények és a vizsgáztatás eszközei, módszerei.) Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1999. 26. old.
- [6] Oktatási Minisztérium - Köznevelés - Kerettanterv - Kémia, 7-8. évfolyam. 2000. <http://www.om.hu/j4223117.html>
- [7] Oktatási Minisztérium - Köznevelés - Kerettanterv - Kémia, gimnázium 9-10. évfolyam. 2000. <http://www.om.hu/j4223212.html>; Kémia, szakközépiskola 9-12. évfolyam, agrár szakterület. 2000. <http://www.om.hu/j4223242.html>; Kémia, szakközépiskola 9-12. évfolyam, humán és gazdasági szakterület. 2000. <http://www.om.hu/j4223240.html>.
- [8] Oktatási Minisztérium - Köznevelés - Kerettanterv - Kémia, szakközépiskola 9-10. évfolyam, műszaki szakterület. 2000. <http://www.om.hu/j4223241.html>
- [9] Oktatási Minisztérium - Köznevelés - Kerettanterv - Kémia, szakiskola 9-10. évfolyam. 2000. <http://www.om.hu/j4223253.html>
- [10] A kémia érettségi vizsga általános követelményei. Művelődési Közlöny, 1997/21. 2831. old.
- [11] Kecskés A.-né, Rozgonyi J.-né: Kémia 7. Általános iskola.; Kecskés A.-né, Rozgonyi J. né, Kiss Zs.: Kémia 8. Általános iskola. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp.
- [12] Deák Gy.: Kémia 7. osztály.; Kémia 8. osztály. Apáczai Kiadó, Celldömölk.
- [13] Z. Orbán E.: Kémia I.; Kémia II.; Kémia III.; Kémia IV. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp.
- [14] Siposné Kedves É., Péntek L.-né, Horváth B.: Kémia 7. Kémiai alapismeretek.; Kémia 8. Szervetlen kémia. Mozaik Kiadó, Szeged.
- [15] Villányi A.: Kémia I. Bevezetés a kémiába.; Kémia II. Szervetlen kémia. Calibra Kiadó, Bp.
- [16] Zsuga J.-né: Kémia 12-13 éveseknek; Kasza I.-né, Zsuga J.-né: Kémia 13-14 éveseknek. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
- [17] Balázs L.-né, J. Balázs K.: Kémia alapfokon I. 13-14 éveseknek.; Kémia alapfokon II. 14-15 éveseknek. Calibra Kiadó, Bp.
- [18] Maróthy M.-né: Kémia 12-14 éveseknek. Konsept Kiadó, Bp., 80. old.
- [19] Balázs L.-né, Kiss Zs.: Kémia. Nemfémek elemek és vegyületeik.; Albert V.: Kémia II. Szerves kémia.; Tóth Zs.: Kémia. Fémek.; Balázs L.-né, Kiss Zs.: Általános kémia, környezeti kémia. Calibra Kiadó, Bp.
- [20] Kisfaludi A.: Kémia I. Belépés a kémia birodalmába.; Kémia 2. Ismerkedés a kémia birodalmával. Calibra Kiadó, Bp.
- [21] Nadrainé Horváth K., Varga I.-né: Kémia reál érdeklődésű diákok számára, I.; Nadrainé Horváth K.: Kémia reál érdeklődésű diákok számára, II.; Kémia III.; Kémia IV. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp.
- [22] Boksay Z., Török F., Pintér I.-né. Balázs L.-né: Kémia a gimnáziumok I. osztálya számára.; Kajtár M., Varga E.: Kémia a gimnáziumok II. osztálya számára.; Boksay Z., Csákvári B., Kónya J.-né: Kémia a gimnáziumok III. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp.
- [23] Hobinka I.: Kémia a gimnáziumok I. osztálya számára.; Pfeiffer Á.: Kémia a gimnáziumok II. osztálya számára.; Z. Orbán E.: Kémia a gimnáziumok III. osztálya számára. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp.
- [24] Kónya J.-né: Kémia a szakközépiskolák számára. Közismereti kémia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp.
- [25] Máté J.-né: Általános kémia a műszaki szakközépiskola biológiai és biokémiai szakcsoportja I. osztálya számára. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp.
- [26] Győrbíró K.: Általános kémia a szakközépiskola C, E és G variánsa számára. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
- [27] Bodnár G.: Kémia a szakiskolák I. évfolyama és az általános iskolák 9. évfolyama számára. Homonnai és Társa Kiadó, Nyíregyháza.
- [28] Balogh Á.: Szerves kémia a szakközépiskola C, D variánsa számára. Műszaki Könyvkiadó, Bp.

Dr. Szalay Tibor

Érdekességek a kémia történetéből II. A különleges reagens, az elektron

Bevezetés

A ligha kétséges, hogy az emberiség történetében a második „tűzgyújtás”, az **elektron felfedezése, a fénygyújtás, jelentőségében felülmúlja az elsőt.** Több mint egy évszázada kezdődött el az elektron diadalútja [1-6]. Noha alkalmazása és kihasználása sokszínű és széleskörűen tömegessé vált, mégis akadnak, akik ennek jelentőségét kétségbe vonják.¹ („A természettudósok még azt sem tudják, mi az elektron.”) Sajnálatos, hogy a pályájuk és ismertségük csúcán lévők között is vannak, akik fontosnak tartanak ilyesmit (is) kijelenteni: „nem tudják, mi történik, amikor a vilányt felkapcsolják. (Ez legalább annyira meglepő és bosszantó, mint amikor pl. egy gimnáziumban a fizikatanár azzal kérkedne, ő bizony nem ismerte fel a minap Arany János versét ezekből a szavakból „...feketén bólintgat az epérfa lombja...”)

Azért sajnálatosak az ilyen példák, mert egy, talán már nemzetközi szinten is jegyzett, vagy esetleg – szakmájánál fogva – csak hazai körökben elismert tudós/tanár **öncélúan** így akarja a nyilvánossággal elfogadtatni, érdekesebbé tenni magát. Nem lenne elég a sikerhez csupán eredményeinek a felvázolása? Inkább „bevallja”, mennyire fegyelmezetlen és rossz tanuló, netán az iskola réme volt? Ím mégis, hova jutott? Nem gondol arra, hogy a rossz példa ragadósabb, mint a jó? Az ilyen divatossá

váló kitérülések legalább annyira elítélendők, mint az, amit néhány éve tapasztaltam, amikor egy alföldi város híres gimnáziumának tanári szobájába beléptem, és tekintetem egy színtülgtelt hamutartóba ütközött. Természetesen – ezzel párhuzamosan, vagy talán még előbb – „orrba vágott” a nem dohányzókból undort kiváltó, jellegzetes áporodott szag is. (Milyen példát kövessenek az itt tanuló diákok?)

Az ilyen negatív példák helyett hasznosabb és érdekesebb foglalkozni az emberiség előrehaladását, az emberi élet minőségének javítását szolgáló, valóban figyelemre és követésre méltó felfedezések történetével és érdekességeivel. Ilyen okból kezdeményeztük a most folytatni kívánt ismeretterjesztő sorozat indítását [7], aminek keretében most az *elektronról, mint különleges „kémiai” reagensről kívánunk áttekintést adni* [8].

Az elektrokémia tárgyköre és az elektrokémiai reakciók különlegessége

A negatív elektromos töltés elemi egysége az elektron (e)², amelynek makro mennyisége az 1 mol elektron, azaz $6,02 \cdot 10^{23}$ db elektron (a korábban használt 96500 coulomb = 1 faraday (F) helyett az SI mértérendszer bevezetése óta). Ha az elektron elnevezése nem is, de elterjedése bizonyára J. J. Thomson nevéhez fűződik [1, 5].

Hagyományosan az elektrokémia a kémiai és az elektromos energia kölcsönös átalakulásával, átalakításával foglalkozó tudományág, ezért tárgyköre eredetileg a határfelületeken elektromos töltésátmenettel járó folyamatokat

¹ A kijelentésnek alapjául szolgálhatnak pl. a [6] hivatkozásban felvázoltak, de a legújabb ismeretek vagy inkább csak feltételezések (ti., hogy az elektron maga sem lenne elemi egység, hanem egy – még egyelőre ismeretlen módon felépülő – összetett részecske), nem vonhatja kétségbe senki (főként nem magyarázat nélkül!) az elektronnak, de **különösen alkalmazásának a felbecsülhetetlen értékét és jelentőségét.**

² Tömege $9,1 \cdot 10^{-28}$ g, vagyis a hidrogénatom tömegének kb. 1840-ed része, és a pontszerűnek elfogadott elektron sugara pedig $1 \cdot 10^{-13}$ cm körüli értékkel jellemezhető. (Emlékeztetésként: az atomok sugara angstromnyi méretű, azaz 0,1 nm egységekben fejezhető ki.)

ölelte fel. (Ezeket röviden elektródfolyamatoknak nevezzük.) A mai felfogás szerint azonban nemcsak a **heterogén**, hanem a **homogén** elektrokémiai rendszerekre is kiterjed a tárgykör, ezért két nagy területre osztható: az **elektrodika** és az **ionika** körére.

Mindenki számára természetes és nyilvánvaló, hogy egy kémiai reakció csak úgy következhet be, ha a reaktánsok (megfelelő módon és körülmények között) találkoznak, vagy szókasosan mondván, „**ütköznek**” egymással. Miközben ezek az átalakulások mindig elektronok átadásával vagy felvételével társulnak, aminek változatai a teljes átadás, illetve átvétel (ionok keletkezése, illetve semlegesülése), valamint a kölcsönös használat (kovalens kötések kialakulása, komplexek képződése).

Az elektrokémiai reakcióknak az a különlegessége, hogy a reaktánsok térbelileg elválasztva – elektronok közvetítésével – játszódnak le: az anódtérben az oxidáció (elektronok leadása), a katódtérben pedig a redukció (elektronok felvétele).

A **galvánelemekben** az ún. cellareakció termeli az elektromos áramot, és az átalakítás hatásfoka (η)³ megközelítheti a 100%-ot, szemben a hőerőgépekben elérhető energiaátalakítás (l.: Carnot-ciklus) maximális hatásfokával, a 40%-kal. Az elektrokémia egyik nagy jelentősége éppen ebből adódik. Az emberiség egyik legnagyobb teljesítményét (Armstrong: „kis lépés az embernek, nagy lépés az emberiségnek”), az Apolló űrprogram keretében a holdra szállást, nagyban elősegítette egy tüzelőanyagcella, a „durranógáz-elem”, ami az űrhajók egyik energiaforrásául szolgált [9, 10].

Az **elektrolizáló cellákban** viszont elektromos energia befektetésével állítunk elő értékesebb anyagot (l.: alumíniumkohászat, rézrafinálás, galvanizálás stb.).

Az elektródfolyamatok viszonylag könnyű szabályozása (irányítása) lehetővé tette a technikai alkalmazások egész sorát:

- a szerves kémia új ágához vezetett (l.: szerves anyagok elektroszintézise)
- nagyipari víztisztítás (elektrodialízissal)
- a fémhulladékokból tiszta fémek visszanyerése stb.

³ η (%) = $(\Delta G / \Delta H) \cdot 100$, ahol ΔG a cellareakció szabadentalpia-változása, és ΔH pedig a reakcióentalpiája vagy reakcióhője (állandó nyomáson).

Szemben az előbbiekkal a **fémek korróziója** káros jelenség, mert energiavesztéssel és haszontalan anyagátalakulással jár, ezért mindennapjaink egyik nagy problémáját jelenti [11-12].

Összefoglalás

A mindennapjainkra sajnálatosan jellemző megtévesztő információk és rossz tapasztalatok ellensúlyozásaként megkíséreljük a kémia történetének legérdekesebb, legtanulságosabb és igazán követésre méltó példáit bemutatni. A sorozatnak ebben a 2. cikkében **az elektronnal, mint sajátos kémiai reagenssel** foglalkozunk. Miközben az elektrokémia tudományának nagy jelentőségére is felhívjuk a figyelmet.

Irodalom

- [1] A név Stoney-tól (1881) származik, és a görög borostyánkő szóból ered: Römp: Vegyészeti lexikon I. kötet 523. oldal, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1960
- [2] Kovács L.: 100 éve: elektron, Természet Világa, 128 (4), 169 (1997)
- [3] Schiller R.: Az elemi töltés poézise, ibid.: 128 (4), 173 (1997)
- [4] Abonyi I.: Hogyan forradalmasította az elektront a 20. század fizikáját? Ibid.: 128 (6) 258 (1997)
- [5] T. M. Brown, A. T. Dronsfield and J. S. Parker: Did Thomson really discover the electron? Educ. Chem. May 1997, p. 84
- [6] Bódy Z.: Az elektron végnapjai, avagy elemi részecske-e az elektron? Természet Világa, 128 (9), 390 (1997)
- [7] Szalay T.: Érdekességek a kémia történetéből I. A vas-pentakarbonil $[\text{Fe}(\text{CN})_5]$ előállításának egy véletlen felfedezése (közlésre beküldve A Kémiai Tanításához)
- [8] R. L. Dotson: The electron as reagent. Chem. Tech. January 1978, p. 54
- [9] H. Ebert: Elektrokémia, röviden és tömören. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974, 137. oldal
- [10] Szalay T.: Vízből vizet – haszonnal: a durranógáz-elem, Élet és Tudomány, 1983, 43. szám, 1354. oldal
- [11] Szalay T.: A fémek korróziója és annak gátlása, A Kémia Tanítása, XXV, 5 (1986)
- [12] Szalay T.: A beton és a vasbeton a kémia és az elektrokémia tükrében, A Kémia Tanítása, VII. 3 (1999)

Dr. Horváthné Papp Ibolya

A kémia és a környezeti nevelés lehetőségeiről

„A természet nagy, az ember parányi”
(Szent-Györgyi Albert)

Sok évvel ezelőtt kezdődtek meg Magyarországon a természettudományos tantárgyi fejlesztések. Hatásukat vizsgálva környezetvédelmi szempontból kétségteljes eredményekre bukkantunk. A gyerekek tudása a természetről, a növény- és állatvilágról pontosabbá, tudományosabbá vált, miközben tantermükben gondozatlanul senyvedtek a növények, az iskolaudvar kopáran, ám szeméttel elborítva árvalkodott. A tanulók egykedvűek, közömbösek maradtak.”¹ – állapítja meg Havas Péter, pedig lassan köztudottá válik, hogy a XX. században társadalom és környezet kapcsolata minőségileg új szakaszba lépett, az ökológiai válság napjainkra világméretűvé vált. Sajnos megtapasztalhattuk, hogy az örökkévalónak hitt természeti értékek is áldozatul eshetnek az emberi felelőtlenségnek. Ha nem tudunk változtatni, változni, az emberiség maga és utódai létét veszélyezteti. A fenyegető veszély elhárításához a nemzetközi összefogáson kívül az egyes nemzetek, egyének esetében is új szemléletre van szükség, amely meghatározza a ember cselekvését az élet minden területén. „Felismerhető az is, hogy a globalizációs tendenciák elkerülhetetlenek, ami sok tekintetben nem minősíthető pozitívnak, lassan kitapinthatóvá válnak a globalizáció korlátai és határai is.” [...] „Nem kétséges az sem, hogy az emberiség bizonyos problémáinak megoldásához a globális közelítés elkerülhetetlenül szükséges, ám a történeti, nemzeti, regionális tudat, a kultúra, az anyanyelvi változatosság, a különbözőségek eltűnése egy telepített nyárfaerdő ökológiai sivárságát idézi szemünk elé.”² – vallja Papp Sándor.

Előttünk álló rövid és középtávú kihívás az EU-hoz való csatlakozás. „Ha újra kellene kez-

deni az oktatással kezdeném.” – mondta Jean Monett, az EU egyik alapító atyja. Köztudott, hogy a csatlakozás egyik legnagyobb akadályát képezheti környezetünk állapota, s ez önmagában is szükségessé teszi a környezetkultúra minél hatékonyabb, minél gyorsabb terjesztését. S mi lenne erre alkalmasabb, mint az iskola? A különböző nemzetközi egyezményekben vállalt kötelezettségeink, az alkotmány, a környezetvédelmi törvény, a természetvédelmi törvény, a Nemzeti Környezetvédelmi Program, a Nemzeti Biodiverzitási Stratégia, a Környezeti Nevelési Stratégia, s nem utolsósorban a NAT ezt kötelezőségeinké is teszik. A kerettantervek és az óraszámok kialakításával, illetve a természettudományos tantárgyak rehabilitálásával (I. Ember és természet műveltségterület) remélhetőleg lehetőségeink kiszélesednek. A NAT közös követelményeiből a környezetvédelem, a testi és lelki egészség érdekében különösen sok feladatot vállalhat tantárgyunk. Történeti múltunkból is következik nemzeti értékeink sokfélesége, a természetközeli élőhelyek, a tájdiverzitás, a kevésbé sérült termőföldek, gyógyvizek, magyaros vendégszeretetünk. A gazdaságban egyre hangsúlyozottabb szerephez jut a humán erőforrás. A jól képzett munkaerő (amely a reménytelibb jövő elengedhetetlen feltétele), kiművelése érdekében, a fiatal populáció egyre nagyobb százaléka gimnáziumban tanul, s a felsőoktatásban „2010-re remélhetőleg eléri az 50 százalékot.”³ A ma népszerű pályák telítődése után az érdeklődés szükségszerűen a gazdaságban használható természet tudományos meg alapozottságot kívánók felé fordul. Erre a feladatra is fel kell készülnünk.

„A kémia pótolhatatlan ... minden az anyagról szól” – véli Pavláth E. Attila az Amerikai Vegyésztárság magyar elnöke. Ezért is érzem anakronisztikusnak a diákság jelentős részének negatív attitűdjét a kémia tantárgyhoz a XXI.

század küszöbén, amikor a Föld természeti kincseit millió tonnánként vonjuk szolgálatunkba „hasznos” és veszélyes anyagok előállítására, amikor a tanulók közvetlen és távolabbi környezetükben a kémiai nagyipar termékeinek arzenáljával találkozhatnak.

Fontosnak tartom a kémia tudományára épülő ipar gazdasági, társadalmi szerepének megismertetését (gondoljunk csak a petrokémia, fémkohászatra, energiatermelésre, gyógyszeriparra, műtrágyagyártásra, növényvédő szerekre). Ugyanakkor ismerniük kell a tanulóknak a termeléssel, fogyasztással járó környezeti hatásokat, a káros tényezők minimalizálásának lehetőségeit, a korábbi károk megszüntetésében a környezeti kémiai eljárások jelentőségét. Érzékelnük kell a fenntartható fejlődés igényének nehézségeit, gazdasági, társadalmi, politikai hatásait. Kémiaoktatásunknak mindent meg kell tennie annak érdekében, hogy tanulóink mindennapi életükben (háztartás, közlekedés, fogyasztói szokások) környezettudatos magatartást valósítsanak meg. Ismereteik birtokában tudjanak állást foglalni környezetpolitikai kérdésekben, felnőtté válva pedig olyan gazdasági, politikai döntéshozók legyenek, akik szűkebb és tágabb környezetükért, élő- és lakóhelyükért, hazájukért, ezáltal a földi ökológiai rendszerért is felelősséget éreznek. Cselekedeteikben válják felismerhetővé az élet tisztelete.

A környezet- és természetvédelmi nevelés komplex és integrált nevelési terület. „A környezeti nevelés célja a gyermek »környezettudatos« és környezetbarát magatartásának, életvitelének fokozatos elősegítése. E folyamat során a gyermek pozitív attitűdökkel és érzelmi viszonyulással gazdagodik, felismeri önmaga szerepét és felelősségét környezetében, készségeket fejleszt önmaga és környezete harmóniája megteremtése érdekében, jellemének erkölcsének mind meghatározóbb jegyév válik környezetkultúrája.”⁴ – fogalmazta meg már 1991-ben Havas Péter. Az IUCN (a Környezetvédők Nemzetközi Szövetsége) 1979. évi nevadai konferenciáján a környezeti oktatás-nevelés fogalmát a következőképpen határozta meg: „A környezeti oktatás és nevelés a környezeti értékek felismerését és a környezetre vonatkozó fogalmak tisztázását szolgáló folyamat. Törekvése olyan képességek kialakulásának elősegítése,

melyek szükségesek az emberek kultúrájának és környezetük közötti kölcsönkapcsolatok megértéséhez környezetorientált magatartás, a környezeti minőség javítását célzó, tudatos és felelősségteljes cselekvési készség kifejlődéséhez.” Meg kell értetnünk tanulóinkkal: „Nem úgy van, hogy létezik valahol egy környezet, erdeivel, mezőivel, levegőjével, vízeivel és talajával, és ezt a környezetet valakik károsítják, szennyezik. Sajnos nem. A környezet itt van, benne élünk, és mi károsítjuk.”⁵ Szükségesnek tartom, hogy a környezeti nevelés eredményeképpen kialakuljon az a magatartás, amelyre a természeti javakkal, energiával való ésszerű takarékoság jellemző, az értelmetlen fogyasztással szembeálló értékrendszer, a Földért, a biológiai sokféleség megőrzésért való felelősségvállalás. Az ökológiai egyensúly helyreállítását és megőrzését, az ember-természet viszony harmóniájának megteremtését alapvető célként kezelő ember másként viszonyul önmagához, embertársaihoz. E nevelési terület az emberi élet egész időtartamára kiterjedő folyamat, és eredményes akkor lehet, ha a környezeti képzés különféle iskolai és iskolán kívüli formái egymással összehangoltan, egymás hatását erősítve működnek. E szerteágazó nevelési feladatrendszerből a kémia szaktanár lehetőségét emelem ki. Az ökológiai kultúra kialakításának érdekében a tudás mellett az érzelmi beállítódásra is nagy hangsúlyt kell fektetni. Szeretném elérni, hogy az érzékeny életszakaszukban lévő tanulóknak – gazdasági, környezeti, morális problémával zsúfolt világunkban is – pozitív jövőkép alakuljon, alakulhasson ki.

Módszertani lehetőségek

I szerteágazó feladatrendszer, amely ismertésközlés, készségfejlesztés, nevelés, tudat- és magatartásformálás egyaránt, interaktív tanítási- tanulási módszereket kíván. A hagyományos tanórai kereteken belül és kívül sokféle tevékenységi formát tesz szükségessé, hogy a nevelési hatások felerősíthessék egymást. Kiindulópontnak tekinthető, hogy a tanulók a körülöttük lévő világgal szoros és érzelmekkel átitott kapcsolatban gyarapíthassák tudásukat, „hogy a környezetet használjuk is, információforrásként, a tanulás terepeként, a bölcsesség aranybányájaként.”⁶

A természetben végzett megfigyelésekre, mérésekre az egy- vagy többnapos terepgyakorlat jó lehetőséget kínál. Tanév közben egy problémára koncentrálni az egynapos, összegző, rendszerező funkció megvalósítására az utóbbi forma a megfelelő. Mindkét esetben a feladatlapok előzetes elkészítése a terepen gazdaságos időbeosztást tesz lehetővé. A MERCK termékek terepen is kényelmesen használhatók, és nagy előny, hogy mi magunk is kevés vegyszert használunk fel a vizsgálatokon. Az évi terepgyakorlat célja lehet pl. a környéken található forrás, patak, folyó, kutak vízminőségének vizsgálata, talajminták, kőzetek összehasonlítása, elemzése, levegőszennyeződési vizsgálódások, az előbbieket jól egészítik ki, és a folyamatosságot, a tanulói önállóságot is nagymértékben fokozzák az önálló megfigyelések, mérések, kísérletek. Természetesen ezek még a terepgyakorlatnál is pontosabb tanári előkészítést igényelnek. Ez történhet magyarázattal, feladatlapmal vagy egy-egy kísérletírás fénymásolatának elkészítésével. Ugyanez egy-egy tananyag rész előtt érdeklődés felkeltésre, utána pedig rögzítésre is szolgálhat. Egyszerű, a háztartásban található, nem veszélyes anyagokkal végrehajtható feladatokra gondolok. Ilyen példa lehet a csapadék savasságának vizsgálata⁷, a CO_2 mint a növények táplálója, tartósítás CO_2 -dal, a H_2S tulajdonságai, a Na lángfestése. A tanórai kísérletek közül minél több kapcsolódjék a „köznapi” anyagokhoz, ne legyenek időigényesek (azokat inkább videón nézzük meg), kevés vegyszerrel, lehetőség szerint a tanulók végezzék. Fontosnak tartom, hogy a terepgyakorlatokról minél több mintát, anyagot hozzunk be az iskolai kísérletekhez is. Pl.: szerves szennyezés, fenol kimutatásához, a talaj teljes vízmegkötő-képességének meghatározásához stb.⁸ A hétköznapi élettel kapcsolatban is nagyon sok megfigyelést végezhetünk tanulóinkkal, és az ezekből levont közös megállapítás segítheti őket a kémiai ismereteken keresztül a helyes, egészséges életmód kialakításában. Ilyen lehet pl. a lakásunkban vagy annak egy helyiségében található tárgyak, eszközök anyagainak összeszámlálása, egy élelmiszerüzletben található oldatok sokféleségének vagy töménységének számbavétele, a család havi gyógyszerfogyasztásának, vízhasználatának, energiafogyasztásának stb. figyelemmel kísérése. A gyakorlattal való kapcsolat ér-

dekében szükséges lenne, hogy évente legalább egy alkalommal üzemlátogatáson vegyünk részt. (Városokban ilyen lehet a vízmű, a víztisztító telep, a növényvédő állomás.)

A tantárgy tanításának kezdetén a tanulók ismerjék meg az iskolai és városi (megyei) könyvtárat. Az iskolai könyvtárban évente több alkalommal is érdemes adatgyűjtő, kiscsoportos munkaformában órákat tartani. A feladat lehet egységes, de csoportonként különböző is. A tanóra első fele szolgál ilyenkor adatgyűjtésre, a második fele pedig a beszámolók meghallgatására. Szerencsés dolog, ha ilyenkor játékos feladatot is kapnak a tanulók.

Tanórán kívüli lehetőségként jelentkezik a környezet- és természetvédelmi „jeles napok” megünneplése, illetve jelentőségük tudatosítása. A pozitív érzelmi beállítódás és a közösen végzett (osztályszintű) munka örömeit aknázhatjuk ki, ha osztály- vagy iskolaszintű programot szervezünk, ahol a rendezés egy osztály feladata (pl. iskolai kiállítás, vetélkedő szervezése, filmvetítés stb.).

E sokfajta nevelési és oktatási cél szükséges teszi tanórákon a frontális osztályfoglalkozások egyébként sem túl hatékony módszerének háttérbe szorítását. A szemléltetés sokféleségét a környezetben szerzett tapasztalatok, a különböző anyagok érzékszervi megismerése, a kísérletek, a videó, a könyvek, cikkek, ábrák, adatrok⁹, rövid tények¹⁰ teszik lehetővé. A csoportmunka (4-5 tanuló), a feladatlapmal irányított önálló ismeretszerzés, tanulókísérleti órák (tanulópáronként együtt dolgozva), a gondolkodásra készítő és döntési helyzetekbe hozó indukált viták szolgálják igazán céljaink elérését.

A fentiekben felvázolt nevelésfilozófiánk megvalósíthatóságát segítheti egy feladatlap-gyűjtemény, amely lehetővé teszi tanulóink alkotó, tevékeny részvételét a tanítás-tanulás folyamatában. (Az itt közölt feladatlapok egy oktatási segédanyag részét képezik.)

1. Lakóhelyed környékén található patak vizének vizsgálata terepgyakorlaton

A vizsgálat ideje:

A vizsgálatokat végezte:

Időjárási adatok:

hőmérséklet:

vízmélység:

fényviszonyok:

Rajzold le a patak lefutását és előld rajta a mintavételi helyeket!

Röviden jellemezd a mintavételi helyek környékét! (Esztéti-kus-e, esetleg szemetes-e, stb.)

1.
2.
3.

Mérési eredmények	Minták		
	1.	2.	3.
A víz színe:			
A víz szaga:			
A víz zavarossága:			
A víz hőmérséklete:			
PH:			
Keménység (nk°)			
Ca ²⁺ (mg/l)			
NH ₄ ⁺			
Cl ⁻			
NO ₃ ⁻			
PO ₄ ³⁻			

Szerinted milyen a víz minősége?

Mi lehet az oka? Honnan kerülhettek a vízbe az egyes ionok? A javítás érdekében milyen tanácsot adnál az önkormányzatnak?

Milyen kémiai folyamatok eredményeképpen kerülhettek a vízbe az ionok? Írj példákat!

Miért egészséges ha szomjunkat elsősorban forrásvízzel, vagy ásványvízzel oltjuk?

Nézz utána mivel oltja szomját szívesen Madonna és Clinton elnök? Figyeld és jegyezd a patakról szóló híradásokat a helyi TV-ben és sajtóban! Milyen élőlényekkel találkozta a gyakorlat során?

növények:

állatok:

gombák:

Minden vízmintából hozz egy megjelölt üveggel az iskolába! Keress vízzel kapcsolatos zeneműveket, irodalmi alkotásokat! Megtanulhatod a Víz fohászat.

2. Szerves szennyezés kimutatása

Szükséges anyagok:

desztillált víz, patakvíz, háztartási szennyvíz, 0,05 g/g%-os metilénkék oldat.

Eszközök:

diavetítő, tükör, küvetta, szemcseppentő.

Kivitelezés:

A küvettába töltünk a mintából, majd mindegyikbe csöpöptünk 2-2 csepp metilénkék oldatot. Nézzük meg az oldat színét, kapcsoljuk ki a diavetítőt és kb. 30 percig hagyjuk állni az oldatot. Majd diavetítő segítségével ismét nézzük meg az oldatok színét.

Tapasztalat:

Minták	deszt. víz	1. minta	2. minta	3. minta	szenny- víz
szín					

Magyarázat:

A metilénkék oxidált alakja kék, redukált alakja:

Mely mintákban történt változás?

Miért?

Sorolj fel indikátorokat!

Cseppents otthon gyümölcsteába citromot! Magyarázd meg a jelenséget! Milyen hatása van a szerves anyagok feldúsulásának a patak élővilágára? Nézz utána mi az eutrófikáció!

Mit hallottál a hazai nagy halpusztulásokról?

Gyűjts közmondásokat a vízről!

Számítsd ki, hogy 1 g 10 g/g%-os metilénkék oldatot mennyi vízzel kell hígítanod, hogy töménysége 0,05 tömeg%-os legyen!

3. Sav- bázis reakciók

Káposztalé tejsavtartalmának meghatározása
A C- vitamin 40 Celsius fokon elbomlik.

Szükséges anyagok:

savanyú káposzta leve, fenolftalein, 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH oldat

Eszközök:

tölcsér, szűrőpapír, pipetta, titrálólombik, buretta, vasállvány, dió, kémcsőfogó

Kivitelezés:

A káposztalevet szűrjük meg redős szűrőn, majd 10 cm³-t mérjük be pipettával titrálólombikba, adjunk hozzá 2-3 csepp fenolftalein oldatot. Végezzük el a titrálást halványlila szín megjelenéséig.

Töltsd ki a táblázatot:

Fogyott NaOH cm ³	Fogyás	A minta összes tejsav-tartalma
1.		
2.		
3.		

Magyarázat:

Az élelmiszereknek általában összes savtartalmát adják meg abban a savban amelyik a jelenlévők közül a legnagyobb mennyiségben jelen van. (1 mól tejsav 1 mól NaOH-dal lép reakcióba.)

Rajzold le a tejsav szerkezeti képletét!

A reakcióegyenlet:

A reakció típusai:

– Mely élelmiszerek tartalmazznak sok C-vitamint? Mennyi a napi szükségletünk?

– Ki azonosította a C-vitamint?

Mutasd be munkásságát!

Nézz körül a spájzban, élelmiszerüzletben!

Milyen szerves savakkal találkozol?

Miért környezetkímélő tisztítószer a citromsav vagy esetsav? Szoktad-e használni?

4. Talajvizsgálatok

Csecsemők számára a nitrátos víz halálos mérég, felnőtteknél pedig növeli a daganatos megbetegedések számát.

A talaj teljes vízmegkötő-képességének vizsgálata

Szükséges anyagok:

talajminták, desztillált víz, vatta.

Eszközök:

tölcsér, vasállvány, vaskarika, táramérleg, 2 db 50 cm³-es mérőhenger.

Kivitelezés:

Táramérlegesen mérjük le 50 g talajt, majd 50 cm³ vizet kis részletekben öntsünk a talajmintára az ábrán látható módon!

Jegyezzük fel a csepegés idejét:

és az alsó mérőhengerben a víz térfogatát:

és a talaj származási helyét:

Gyűjts fotókat különböző minőségű talajokról!

Mit hallottál a talajok fizikai károsodásáról?

Miért savanyodhatnak talajaink?

Te mit tehetsz ellene?

Írj egy rövid esszét a talaj életünkben betöltött szerepéről!



5. A mosószerek hatása

Szükséges anyagok:

Vászon- vagy „flanelkaca”, étolaj, mosópor, mosogatószer, desztillált víz.

Eszközök:

üvegkád, 2 db kristályosító csésze.

Kivitelezés:

A „kacsákat” nyomjuk bele az étolajba, ezután az egyik kacsát tegyük deszt. vizes, a másikat mosószeres kádba.

Tapasztalat:

Mi az eltérés oka?

Miért?

Milyen tulajdonságú oldószer a víz?

Milyen tulajdonságú az olaj?

Miért?

Milyen a mosószermolekulák polaritása?

Rajzold le a mosószermolekulák elhelyezkedését a vízben és az olajban!

Milyen veszélyt jelent a folyók, tavak élővilágára az odajuttatott mosó- és mosogatószer?

Jegyezd fel, 1 hónapon keresztül mennyi mosószert, sampont, szappant, mosogatószeret használt fel családod!

Mi a véleményed róla?

Melyik mosószer reklámja tetszik, és miért?

Írj fogalmazást: Él mint hal a vízben címmel!

Elemek előfordulása, körforgása, csoportosítása Összefoglalás

Csoportfoglalkozás keretében tanóra a könyvtárban. (Az egyes csoportok feladatai)

1. Elemek előfordulása a Földön kívül.
A világűr elemi összetétele, kutatási módszerek
Égitestek összetétele, kutatási módszerek
A holdkutatás eredményei
Mesterséges elemek
2. A Nap elemi összetétele, a lejátszódó energiatermelő folyamatok. A Nap jelentősége a földi élet fenntartásában.
3. A hidroszféra összetétele, veszélyeztetettsége
4. A sztratoszféra összetétele és változásai
5. Az elemek geoszféra előfordulása
Leggyakoribb vegyülettípusok: kőzetek, ásványok, ércek
Nyersanyagvagyon
6. Elemek megoszlása az élő szervezetekben
7. Biogén elemek. Hasznos és mérgező elemek és vegyületek

Számítási feladatok

1. Magyarország évente személyenként átlagosan 2240 kg szén-dioxidot „termel”, mennyi ennek a térfogata standard állapotban?
2. Az ózon szaglásküszöb értéke $0,1 \text{ mg/m}^3$, de ez már az egészségre veszélyes koncentráció. Hány darab ózonmolekulát jelent ez literenként?
3. Egy ködös téli nap levegőjének szennyezettsége m^3 -enként 130 g kén-dioxid, 40 g nitrogén-dioxid, 600 g szén-monoxid. Milyen móluszázalékos összetételnek felel ez meg?
4. Az ólom határértéke az üledő porban 12 mg/m^2 havonta, számítsd ki, hogy hány db ólomatomot jelent ez naponta városod vonatkozásában?
5. Kén-dioxidból a $0,2 \text{ mg/m}^3$ koncentráció mellett egy év alatt 876 mg kén-dioxid jut

a tüdőnkbe, s ennek 98%-a meg is kötődik. Milyen térfogatú $0,5 \text{ mol/dm}^3$ töménységű kénsavoldatnak felel ez meg?

6. Számítsd ki a kén-dioxid térfogat százalékos előfordulását, ha a szén füstgázában 3 g, a fűtőolajban 0,5 g, a földgázában 0,05 g kén-dioxid van köbméterenként!
7. Az ammónia 280 mg/m^3 töménysége to-rokizgató, 1 dm^3 ilyen levegő ammónia-tartalma hány ml $0,01 \text{ mol/dm}^3$ sósavoldattal lép reakcióba? Milyen lesz a keletkezett só kémhatása és miért?
8. A benzin ólomtartalma $0,15 \text{ mg/l}$, milyen mol/dm^3 koncentrációnak felel ez meg? Számítsd ki, hogy kb. mennyi ólmot jutattunk családunként évente a levegőbe az Pb-mentes benzin használata előtt.
9. A pontyok 4 mg/l oxigéntartalmú vízben „pipálnak”. Hány vízmolekulára jut ilyenkor egy oxigénmolekula?

Irodalom

- [1] Havas Péter: Személyiség - környezeti attitűdök - környezeti nevelés Iskolakultúra III. évf. 1993/2. sz. 65. 1.
- [2] Papp Sándor: Három környezetszempon-tú jövőkép Magyar Nemzet 2000. január.5. 7. 1.
- [3] Dr. Mészáros Rezső: A felsőoktatás évtizede Népszabadság 2000. január 29.
- [4] Havas Péter: A környezeti nevelésről Iskolakultúra 1991 / 10. sz. 18. 1.
- [5] Richnovszky Andor: Környezetvédelemre nevelés a pedagógiai gyakorlatban és pedagógusképzésben Technika tanítása 1989/1. sz. 1-5. l.
- [6] Elstegeest, Jos: A gyerekek és a környezet Tan-tusz 1992/3. sz. 12-15. 1.
- [7] Ökológiai és környezetvédelmi terepgyakorlatok NSZI Budapest, 1992. 89-91. 1.
- [8] Rózsahegyi Márta - Wajand Judit: 575 kísérlet a kémia tanításához Tk. Bp. 1991. 591-611. 1.
- [9] Dr. Nádai Magda: Gyümölcs a tudás fájáról Agua kiadó Bp. 1992.
- [10] Könczey Réka és Nagy Andrea: Zöldköznapi kalauz „Föld Napja” Alapítvány 1992.
- [11] Dr. Kárász Imre: Ökológiai és környezetvédelmi terepgyakorlatok NSZI Bp. 1992.

Dr. Velkey László

Beszámoló a 8. Sárospataki Diákvegyész Napokról

A Magyar Kémikusok Egyesülete és a sárospataki Árpád Vezér Gimnázium 2000. április 14-15-én rendezte meg a nemzetközi részvételű, országos kémiai diákkonferenciát, melynek célja a középiskolás ifjúság figyelmét a továbbtanulás terén a kémia felé irányítani, és emelni a középiskolai tudományos diákköri munka színvonalát.

A résztvevők 10 perces előadásban ismertették kísérleti, elméleti, szakirodalmi vizsgálataik eredményét. A tanulók valamely egyéni kémiai vizsgálatra vagy megfigyelésre alapozták előadásait. A diákok az előadás (vizsgálódás, kutatás) témáját szabadon választhatták ki a kémia bármely területéről és határterületéről, azaz interdiszciplináris témát is választhattak. A diákok a kiválasztott témán hónapokig dolgoztak. Az előadáshoz felhasználhattak bármilyen audiovizuális eszközt, modellt vagy demonstrációs kísérletet.

Az elhangzott beszámolókat egyetemi oktatókból és vegyipari szakemberekből álló zsűri értékelte. Abszolút rangsort nem állapított meg, de a legkiemelkedőbb előadásokat, illetve előadókat jutalomban részesítette.

Az első diákvegyész napok 1986-ban kerültek megrendezésre Sárospatakon – azóta kétfévente újra összegyűlnek a városban a kémia iránt érdeklődő és tudományos diákköri munkát végző diákok.

A diákkonferenciára 50 előadást jelentettek be a tanulók az ország minden részéről és kül-

földről (Hollandiából, Lengyelországból, Romániából, Szlovákiából). 100 tanuló, 25 kísérőtanár és 20 zsűritag vett részt a konferencián. A zsűri elnöke és a konferencia fővédnöke dr. Kálmán Alajos, a Magyar Kémikusok Egyesülete elnöke volt. 2000-ben 8. alkalommal került megrendezésre a diákkonferencia. 1985-ben fogalmazódott meg a gondolat a sárospataki kémiantanárok fejében, hogy a kémiát kedvelő, kísérletezni szerető középiskolás tanulók számára diákkonferenciát szervezzenek. Az ötletet a Magyar Kémikusok Egyesülete felkarolta. Az eltelt 15 évben a Magyar Kémikusok Egyesülete mellett mindvégig anyagilag, szakmailag és erkölcsileg támogatta a diákvegyész napokat a BorodChem Rt. (régebben BVK) és a TVK Rt.

A diákelőadók mellett négy plenáris előadás is elhangzott:

- Dr. Lakatos István egyetemi tanár, a MAB Vegyészeti Szakbizottságának elnöke: *A kémia és a vegyészmérnöki tudományok helyzete az új évezred kezdetén*
- Dr. Beck Mihály akadémikus: *Tévedések és tévelygések*
- Fernengel András vezetőtanár: *Gondolatok a kémiatanítás jövőjéről a kerettantervek ürügyén*
- Dr. Csermely Péter egyetemi tanár: *Milyen a jó tudós?*

címmel.

A diákelőadások három szekcióban hangzottak el:

- általános és szerves kémiai szekció
- szerves és biokémiai szekció
- környezeti kémiai szekció

A zsűri szekciónként jutalmazta a legjobb előadásokat tartó diákokat és felkészítő tanárait.

A diákkonferencia fődját idén a Patróna Hungariae Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium, Diákotthon, Zeneiskola és Szakiskola (Budapest) kapta, mivel mindhárom szekcióban kiemelkedő előadást tartottak az iskola diákjai.

- Molnár Csilla, Nagy Noémi, Negrea Szilvia, Áment Zsuzsanna, Kis Gabriella, Sánta Anita, Peller Magdolna és Vedres Krisztina. Felkészítő tanáruk Oláh Gábor volt.

Az általános és szerves kémiai szekció díjazottjai:

- Bella Péter, Hetényi Tibor (Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg), felkészítő tanáruk Bancsó Andrea volt.
- Budai Adrienn, Szénégető Katalin, Varga Terézia (Ságvári Endre Gimnázium, Kazincbarcika), felkészítő tanáruk Hidas Gábor volt.
- Kovács Máté (Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg), felkészítő tanára dr. Mátrainé Tálosi Ilona volt.

A szerves és biokémiai szekció díjazottjai:

- Dénes Júlia, Benedek Zsófia (ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Iskola, Budapest), felkészítő tanáruk Kosztolányi Tamás volt.

- Kubán Lóránt, Simon Mátyás (Bartók Béla Elméleti Líceum, Temesvár), felkészítő tanáruk Szakmári Tibor volt.
- Zsuffa János, Deák Csaba, Farkas Máté (ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Iskola, Budapest), felkészítő tanáruk Fodor Erika volt.

A környezeti kémiai szekció díjazottjai:

- Pató Bálint (Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár), felkészítő tanára Gombás Attiláné volt.
- Gráczer Éva (Energetikai Szakképzési Intézet, Paks), felkészítő tanára Nagy János volt.
- Földesi László, Szitter István (Pollack Mihály Építőipari Szakközépiskola és Szakiskola, Pécs), felkészítő tanáruk Göbl László volt.
- Pártay Livia (ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Iskola, Budapest), felkészítő tanára Fernengel András volt.
- Moharos Roland (Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár), felkészítő tanára Gombás Attiláné volt.
- Csicsek Éva, Onda Péter (Árpád Vezér Gimnázium, Sárospatak), felkészítő tanáruk Kolláth Éva volt.

Podobni Lajosné

Beszámoló a Református Gimnáziumok Országos Kémiaversenyéről

Az 1998/1999. tanévtől vállalta a Szilády Áron Református Gimnázium a Református Gimnáziumok Országos Kémiaversenyének megtartását. Iskolánk kémia munkaközössége szakmai szempontból alkalmasnak bizonyult a feladatok elvégzésére. Laboratóriumunk felszereltsége elfogadható, a verseny lebonyolítására megfelelő.

A részt vevő diákok létszáma kötött, 7. évfolyamtól a 11. évfolyamig nevezhetnek az iskolák évfolyamonként egy tanulót.

A versenyzők feladatai:

- A 7-8. osztályosok 60 percig írásbeli dolgozatot írnak, amely elméletből és négy számítási feladatból áll.
- 9-10-11. évfolyam 120 percig írásbeli dolgozatot ír, 90 percig laboratóriumi gyakorlatot végez, ami: sav-bázis titrálás (9-10. évfolyam), redoxi titrálás (11. évfolyam).

Ebben a tanévben 15 gimnáziumból jöttek tanulók. Két, határon túli református gimnázium tanuló is részt vett a versenyen:

- Nagyberegről egy tanár és egy 10. évfolyamos diák.
- Nagydobronyból egy tanár és egy-egy 9-10-11-es tanuló versenyzett.

A zsűri elnöke dr. Zsigmond Ágnes, a Szegedi Tudományegyetem Szerves Kémia Tanszékének docense volt.

A tanulók értékelése:

Az összteljesítmény alapján az első három helyezettet értékeltük. Továbbá minden évfolyamból a legjobb feladatmegoldót és a legjobb laboratóriumi munkát végzőt jutalmaztuk.

Amíg a tanulók végezték a feladataikat, addig a kísérő és a városból és környékből érkező

kémia szakos tanárok számára továbbképzést tartottunk, amelynek két előadója volt:

1. Prof. Dr. Vincze Irén egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem Szerves Kémia Tanszék: A szerves kémia jelentősége az ezredfordulón.
2. Dr. Adamkovich István egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem Kémia Módszertan: A módszertani kultúra fejlesztésének lehetőségei a kémia tanításában.

Az előadások után lehetőség volt a kérdések és problémák felvetésére. A verseny eredményhirdetéssel fejeződött be.

A 2000-2001. tanévben iskolánk újra meghirdeti a versenyt.

A Református Gimnáziumok II. Országos Kémiaverseny helyezettjei az alábbiak:

7. osztály

I. helyezés:

Ónodi Szabó Péter, Lónyay Utcai Református Gimnázium, Budapest, felkészítő tanára: Petneházy Livia

II. helyezés:

Cserényi Katalin, Kecskeméti Református Gimnázium, felkészítő tanára: Tóth Imre

III. helyezés:

Ábrahám Dániel, Léway József Református Gimnázium, Miskolc, felkészítő tanára: Makranczi Zsolt

Legjobb feladatmegoldó:

Cserényi Katalin, Kecskeméti Református Gimnázium, tanára: Tóth Imre

8. osztály

I/1. helyezés:

Rovó Petra, Arany János Református Gimnázium, Nagykőrös, felkészítő tanára: Gáspárné Hegedűs Erika

I/2. helyezés:

Kmetykó Ákos, Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely, felkészítő tanára: Hofecker Józsefné

II/1. helyezés:

Kertész Orsolya, Lónyay Utcai Református Gimnázium, Budapest, felkészítő tanára: Petneházy Livia

II/2. helyezés:

Benke Sándor, Kecskeméti Református Gimnázium, felkészítő tanára: Tóth Imre

III. helyezés:

Szádvári Gábor, Lévy József Református Gimnázium, Miskolc, felkészítő tanára: Makranczi Zsolt

9. osztály

I. helyezés:

Suébis Márk, Kecskeméti Református Gimnázium, felkészítő tanára: Vargáné Lengyel Adrienn

II. helyezés:

Komlósi Gergely, Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely, felkészítő tanára: Jórinné Csölle Henriett

III/1. helyezés:

Mácsai Éva, KRK. Szilády Áron Református Gimnáziuma, Kiskunhalas, felkészítő tanára: Podobni Lajosné

III/2. helyezés:

Ferencsik Erzsébet, Debreceni Református Kollégium Gimnáziuma, felkészítő tanára: Jakab Edit

Legjobb feladatmegoldó:

Komlósi Gergely, Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely, felkészítő tanára: Jórinné Csölle Henriett

Legjobb laboros:

Suébis Márk, Kecskeméti Református Kollégium Gimnáziuma, felkészítő tanára: Vargáné Lengyel Adrienn

10. osztály

I. helyezés:

Pálmai Zoltán, Arany János Református Gimnázium, Nagykőrös, felkészítő tanára: Gáspárné Hegedűs Erika

II. helyezés:

Benedek Kovács Emese, Debreceni Református Kollégium Gimnáziuma, felkészítő tanára: Bertalan Mária

III. helyezés:

Kuczora Márta, Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely, felkészítő tanára: Jórinné Csölle Henriett

Legjobb feladatmegoldó:

Pálmai Zoltán, Arany János Református Gimnázium, Nagykőrös, felkészítő tanára: Gáspárné Hegedűs Erika

Legjobb laboros:

Benedek Kovács Emese, Debreceni Református Kollégium Gimnáziuma, felkészítő tanára: Bertalan Mária

11. osztály

I. helyezés:

Izsák Róbert, KRK. Szilády Áron Gimnáziuma, Kiskunhalas, felkészítő tanára: Podobni Lajosné

II. helyezés:

Teleki Zoltán, Pécsi Református Kollégium Gimnáziuma, felkészítő tanára: Jurisics Judit

III. helyezés:

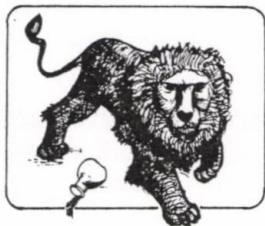
Tóth Gabriella, Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely, felkészítő tanára: Dabisné Szabó Ilona

Legjobb feladatmegoldó:

Izsák Róbert, KRK. Szilády Áron Gimnáziuma, Kiskunhalas, felkészítő tanára: Podobni Lajosné

Legjobb laboros:

Teleki Zoltán, Pécsi Református Kollégium Gimnáziuma, felkészítő tanára: Jurisics Judit



OROSZLÁNKÖRMÖK

Móricz Ágnes

Egyszerű modellek

„A modell olyan dolog, amely visszatükrözi, reprodukálja, (utánozza) a tanulmányozott jelenség sajátosságait, struktúráját, dinamizmusát.” [1]

A statikus demonstrációs modellek körébe tartoznak például az iskolákban jól ismert pálcikamodellek és a kalotte-modellek is. Ezek segítségével (méretarányukkal, színjelzésükkel és térbeliségükkel) lehetővé válik a molekulák és összetett ionok térvíznyainak, szimmetriájának a tanulmányozása.

A kémia tanításában igen nagy szükségünk van a modellezésre, mert segítségével láthatóvá tehetjük a „láthatatlant”, és a tanulók számára felismerhetővé, érthetővé tehetjük a szerkezet és a tulajdonságok közötti mélyebb összefüggéseket.

A modell – a valóság egyszerűsített mása – annál jobb, minél több a konkrét, észlelhető azonossága a valósággal. Az azonosság csökkenésével egyre elvontabbá, absztraktabbá válik. A gyerekek korához, tudásához és absztraháló képességéhez kell igazítani az általunk használt modellt.

Fontos, hogy jól használjuk a modelleket! A modellezés akkor a leghatásosabb, ha a gyerekek is cselekedhet, ha összerakhatja, kézbe veheti a modellt. Ne óra végén mutassuk be, hanem az anyag megfelelő részénél, így hozzájárulhat a tanultak megértéséhez, akár a tanár, akár a tanulók aktív tevékenysége révén.

A molekulák térbeli szerkezetének tanításához a legtöbb pedagógus a **pálcikamodellt** használja fel. Ennek helyettesítésére ajánlom az

egyszerűen elkészíthető **palackmodellt**, amely több szempontból talán jobban használható.

Palackmodell: A modellel szemléltetni lehet a molekulák központi atomja körüli kötő és nemkötő elektronpárok elrendeződését, ezáltal a molekula térbeli alakját. Az elkészítéséhez szükséges alapanyagok minden háztartásban megtalálhatók.

Szükséges anyagok:

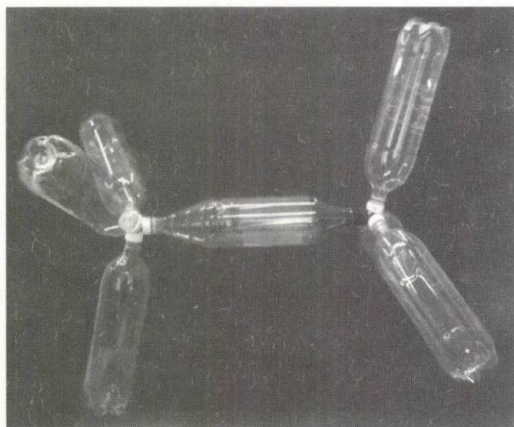
1,5 ill. 2 literes üdítőszüveg csavaros kupakkal, 2 db fakocka (az élhossza kb. a kupak átmérője legyen), 2 db háromszög alapú fahasáb, facsavarok, drót (1 mm vastag).

Ezekből építőelemeket készítünk, amik lehetővé tesznek a variálásra. Az elkészítendő szerkezeti egységek:

1. Központi elemek elkészítése a csatlakozási helyek száma szerint:

csatlakozási helyek	elkészítés
---------------------	------------

- | | |
|---|---|
| 2 | a) Kilyukasztjuk mindkét kupak közepét, majd összezsavarozzuk őket. (Ajánlott mindkét oldalon alátétet rakni, úgy stabilabb.) |
| | b) Egymásnak fordítjuk a két kupakot, és két helyen lyukasztjuk ki, majd össze-drótozzuk. (Azért fordítjuk egymásnak, hogy a lyukak ugyanazon a helyen legyenek.) |
| 3 | Három kupakot a tetejének a szélén négy-négy ekvivalens helyen kifúrunk, majd az alábbiak szerint összedrótozzunk. |



Palackmodell



Palackmodell alkatrészei

- 4 Négy kupakot kifúrunk három-három ekvivalens helyen, és az alábbiak szerint összedrótózzunk.
- 5 a) Egy szabályos háromszög alapú fahasáb minden lapjára felcsavarozunk egy-egy kupakot. (A szögelést nem ajánlom, mert idővel elengedi a fát.)
b) Ezt is lehet drótózva: 3 db kupakra (a 3 középső) négy-négy ekvivalens, 2 db-ra (alsó és felső) három-három ekvivalens lyukat fúrunk, és az alábbi ábra szerint drótózzuk.
- 6 A fakocka mind a hat lapjára egy-egy kupakot csavarozunk.

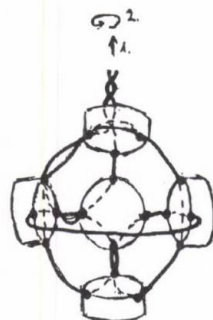
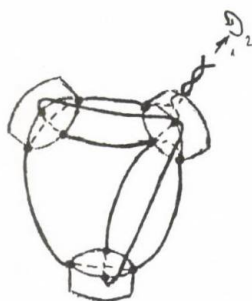
2. A központi elemekhez csatlakozó, ill. azokat összekötő elemek elkészítése:

σ -kötés:

- a) Két olyan palack kell hozzá, hogy az egyik éppen beleférjen a másikba (kicsit szoruljon, de tekerhető legyen), ha a nagyobbiknak levágjuk az alját. Hogy könnyebben menjen az egymásba illesztés, kis lyukat fúrhatunk a külső palackba a csavaros végénél.
- b) Két ugyanolyan palack közül az egyiket három helyen hosszában bevágjuk (ez lesz a belső), a másiknak (a külsőnek) pedig levágjuk az alját.

Még néhány tanács az elkészítéshez:

1. A kupakot szerintem úgy a legegyszerűbb kilyukasztani, hogy egy vastag tűt megfogunk kombinált fogóval, tűzben felforrósítjuk, majd a kupakot a megjelölt helyen egyszerűen átböktük. Ha kihűl a tű, szed-



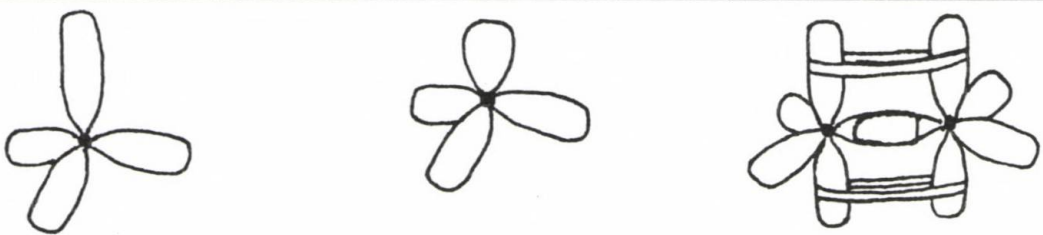
jük le róla a ráragadt műanyagot az újramelegítés előtt, mert különben egy kicsit бүдös lesz.

2. A drótozásnál érdemes azonnal szorosan húzni a drótot, mert bár csak 1 mm átmérőjű, mégis törhet (vastagabbnál nagyobb az esély).
3. Ajánlatos megkülönböztetni a kötő és nemkötő elektronpárokat vagy a palackok festésével, vagy úgy, hogy a nemkötő elektronpárt rövidebb, vastagabb flakon jelképezze (a térfogat ugyanakkora, de közelebb van az atomtörzshöz). Ezzel láthatóvá válik, hogy a nemkötő elektronpárnak nagyobb a térigénye, vagyis csökkenti a kötésszöget. (Lásd pl. az ammónia –, illetve a vízmolekulánál.) Én úgy csináltam nemkötő elektronpárt, hogy a 2 literes palackot középen keresztbevágtam, az alsó részt egy kicsit hosszában bevágtam, és bele dugtam a felsőbe (ezzel rövidebb lett)
4. Lehet az elektronpárokat aszerint is megkülönböztetni, hogy milyen atom kapcsolódik általa a központi atomhoz (pl. színekkel).

Többen feltehetik azt a kérdést, hogy minek csináljanak ilyet, hiszen ott van a jól bevált pálcikamodell a molekulák térbeli alakjának szemléltetéséhez. Szeretnék válaszként felsorolni pár okot:

- Ez a modell nagyobb, jobban látható, és talán van benne valami megfogó, ami a pálcikamodellből hiányzik. Szerintem a gyereket jobban is fogja érdekelni, mivel használati tárgyakból készül.
- Szemléltetni lehet vele a nemkötő elektronpárokat is, amit pálcikamodellnél nem lehet, mivel pl. az oxigénatomot reprezentáló elemnek csak két csatlakozási helye van, melyek 104 fokos szöget zárnak be (a két kötő el. párnak), és a nemkötő elektronpárjai nem látszanak. Ezzel nehéz bemutatni a kötésszög csökkenésének okát.
- A σ -kötések mentén engedi a rotációt! (Jól bemutatathatók vele az etán konformációi.)
- A π -kötések elhelyezkedésének bemutatására is alkalmas.

Itt álljon pár példa, hogy miket lehet vele modellezni:

Csatlakozási helyek száma	Mi lehet a központi atom?	Térszerkezet
2	Be BeCl ₂ -ben	lineáris
3	B BF ₃ -ban	síkháromszög
4	C(sp ³) metánban; Si szilánban N ammóniában; P PCl ₃ -ban O vízben	tetraéder háromszög alapú piramis V-alak
5	C(sp ²) etilénben P PCl ₅ -ben	síkháromszög; π -kötés hexaéder
6	C(sp) acetilénben C(sp) és O szén-monoxidban C(sp) és N cianidcsoportban Xe a XeF ₆ -ban	lineáris; π_1 - és π_2 -kötés – – oktaéder
		

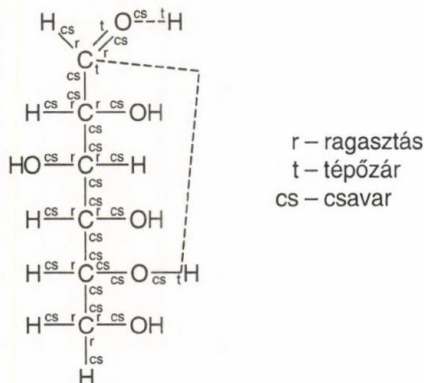
A szerves vegyületek térszerkezetének tanításában talán még fontosabb szerepet játszanak a molekulamodellek. Egyrészt a tanulók térszemléletét és manuális készségét fejleszti, másrészt egyes fogalmak szemléltetéséhez feltétlenül szükséges, mint pl.: szék- és kádforma, különböző konfiguráció, axiális, ekvatoriális, optikai izoméria stb. Ezen fogalmak és más nehézségek (pl.: gyűrűs és nyílt alak) is előkerülnek a szénhidrátok témakörében. Ezért készítettem egy olyan **aldohexózmodellt**, amelyen az előbb említetteket bemutathatjuk. A modell méretét és variálhatóságát úgy választottam, hogy osztályteremben is demonstratív legyen.

Az aldohexóz modell:

A modell elkészítéséhez szükséges anyagok:

12 db fagolyó, 8 db pingponglabda, 7 db 17 cm-es, 13 db 12 cm-es, 1 db 10 cm-es farúd ($d = 1$ cm), 26 db facsavar, tépőzár

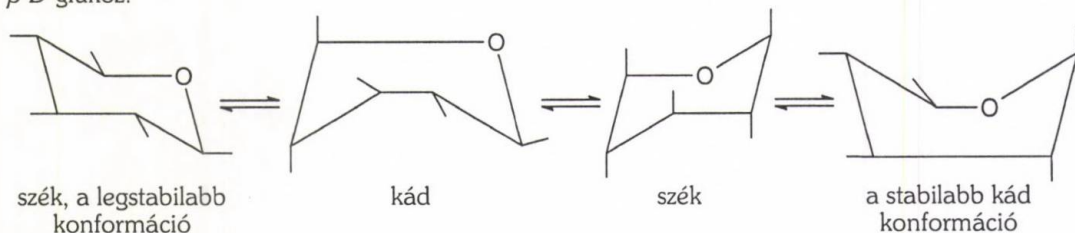
A D-glükózon bemutatva a modellt:



Elkészítés:

A farudak megfelelő végeibe (az ábráról leolvasható) facsavarokat szereltem (kifúrtam a helyét, hogy szorosan belemenjen a csavar, majd ragasztóval megragasztottam). Ezen megoldás miatt csavarható a modell a megfelelő

β -D-glükóz:

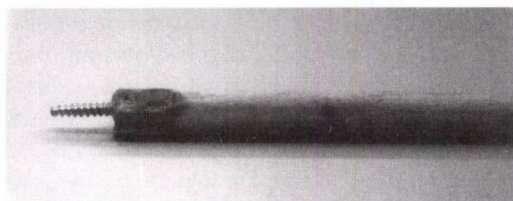


kötések mentén, és a H-ek megcserélhetők az –OH csoportokkal.

A különböző atomokat és atomcsoportokat más-más színnel különböztettem meg.

H atom	fehér pingponglabda
C atom	fekete fagolyó
O atom	kék fagolyó
OH csop.	szürke fagolyó

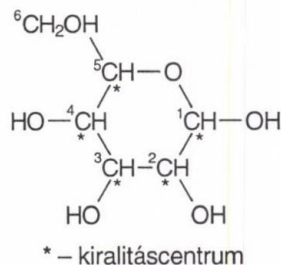
A modellen a glikozidos hidroxilcsoport megkülönböztethető a többitől. A glikozidos hidroxilcsoport nem szürke golyó, hanem külön van az O és a H atom.



Aldohexóz modell része (csavarozás)

Mire jó a modell?

1. Az aldohexózok $C_6H_{12}O_6$ képletű, gyűrűs alakban 5 kiralitáscentrummal rendelkező molekulák. Mivel 5 kiralitáscentrum van, ezért 2^5 féle ilyen molekula van. Mivel a modellen a H és OH felcserélhető az egyes C atomokon, ezért a modellel mind a 32 molekulát be lehet mutatni.



2. A modell mozgatható. Az aldohexózok különböző konformációját is meg lehet vele mutatni, mégpedig úgy, hogy átforgatom őket egymásba. Megfigyelhetők az axiális ekvatoriális átmenetek. Ezzel a térben nehezen látó gye-
rekeknek fejleszttem a térlátását is.

A modell használata a glükóz példáján: glükózból négyféle van, mégpedig az alábbiak:

α -D-glükóz

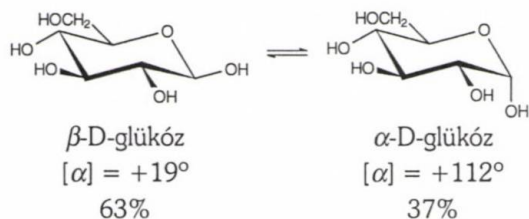
α -L-glükóz

β -D-glükóz

β -L-glükóz

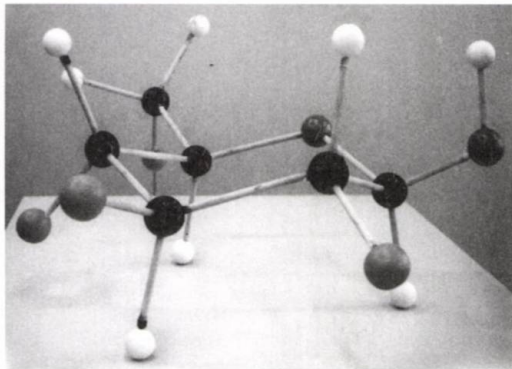
Mi a különbség közöttük?

Az α és a β között nagyon kicsi a különbség: csak a glikozidos hidroxilcsoport helyzete. Könnyen átalakulhatnak egymásba.

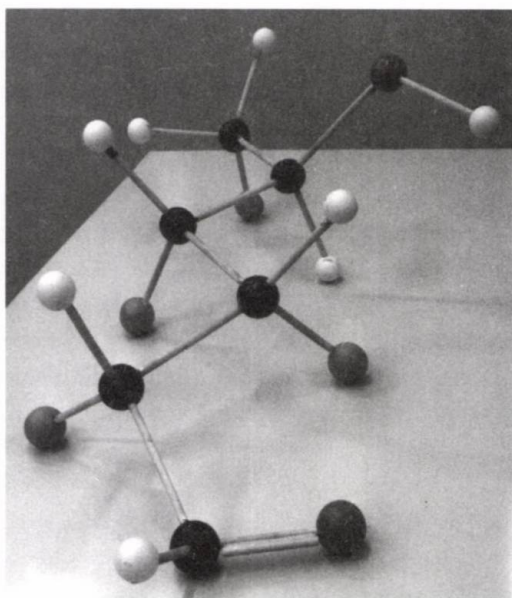


Ezek nem hozhatók fedésbe, és nem is tükörképi párok, tehát nem enantiomerek, hanem úgynevezett diasztereomerek. Mivel a β -D-glükóz minden OH csoportja és a CH_2OH csoportja is ekvatoriális, ezért az a stabilisabb, sőt ő a legstabilisabb aldohexóz. (Jobb, ha a nagyobb csoport van ekvatoriális helyzetben.) A modellel mindkettő molekula bemutatatható, csak az egyes C-atomon kell felcserélni a H-atomot az OH-csoporttal.

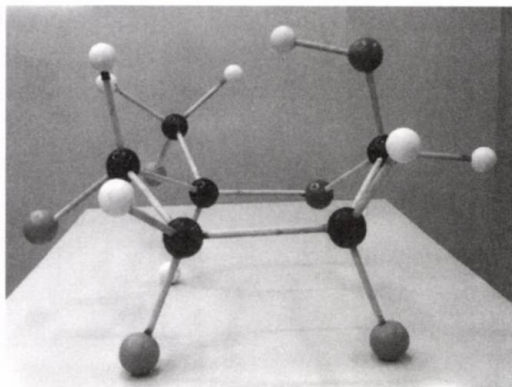
Az L és a D molekula minden kiralitáscentrumában különbözik egymástól, ezért tükörképi párok, vagyis enantiomerek. Minden fizikai és kémiai tulajdonságuk azonos; azonos energiaszinten vannak, tehát módosítanom kell az előbbi állítást: a β -D-glükóz és a β -L-glükóz ugyanolyan stabilak, tehát kettő legstabilabb aldohexóz van.



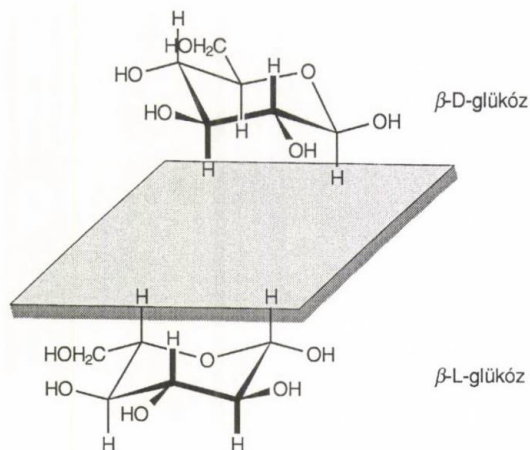
β -D-glükóz stabilabb székeforma



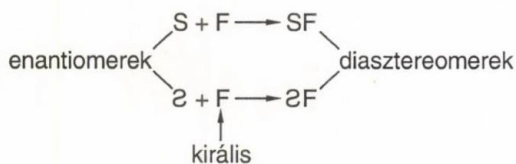
β -D-glükóz nyitott forma



β -D-allóz kádforma (kevésbé stabil)



Furcsa, de a természetben β -L-glükóz nem fordul elő! Sőt az is igaz, hogy a királis szerkezetű molekulák a természetben rendszerint csak az egyik enantiomer alakjukban fordulnak elő. Miért? Mert a természet is királis, és kiválasztja az enantiomerek közül az egyiket. Hogy miért épp a β -D-glükózt, azt nem tudjuk, de valószínűleg az az oka, hogy adott királis molekula egyesülve egy másik királis molekula két enantiomerjével, akkor a keletkezett két molekula már diasztereo-mer, melyeknek a tulajdonságai már mások.



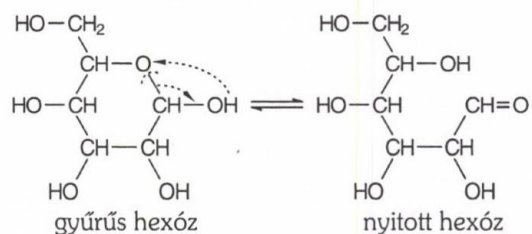
Az élő sejt enzimelei csak a D-glükózt bontják le és építik fel, míg az L-glükózhoz hozzá sem nyúlunk! Az L-glükóz nem erjeszthető, sőt nem

is édes ízű (az ízlelésünk is királis). Az enantiomerek is bemutatathatók a modellel.

Amíg az aldohexóznak csak a gyűrűs alakját ismerjük, addig meglepő a redukáló tulajdonságuk. Pedig adják az ezüsttükör és a Tollens-próbát is. Az aldohexóz név is árulkodik, mert benne van az 'aldo' szócska, ami aldehidre utal. És valóban, az aldohexóznak létezik nyílt láncú formájuk is, amely aldehidcsoportot tartalmaz.

Hogy a hattagú gyűrűs alakból milyen lépések útján lesz nyílt láncú a molekula, az lejátszható a modellen.

Remélem, sokuknak meghoztam a kedvét a modellek elkészítéséhez. Kezdőknek inkább a palackmodell elkészítését ajánlom, mert az az egyszerűbb, az aldohexóz modell létrehozásához több idő és odafigyelés szükséges. Jó munkát!



Irodalom

- [1] Mojzes János: Módszerek és eljárások a kémia tanításában. Tankönyvkiadó, Bp., 1984
- [2] Kajtár Márton: Változatok négy elemre Gondolat, Bp., 1984
- [3] Journal of Chemical Education 1998. aug. Vol.75 No.8 1999. jul. Vol.76 No.7

Dr. Rózsahegyi Márta – Dr. Wajand Judit

Az 1999/2000. tanévi kémia OKTV III. (gyakorlati) fordulója

Az I. kategória feladatai és értékelésük

1. feladat

Végezze el és figyelje meg a következő kísérleteket!

Megfigyeléseit és tapasztalatait részletesen írja le, és kémiai ismeretei alapján magyarázza!

1. kísérlet

Öntsön 5 cm^3 híg fenololdatot a főzőpohárba!

Üvegbottal történő állandó keverés közben adjon hozzá 10 cm^3 $0,2\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldatot, majd 8 cm^3 ugyanilyen koncentrációjú nátrium-bromát-oldatot és 3 csepp metilvörös indikátoroldatot. Végül adjon hozzá 4 cm^3 $0,2\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-bromid-oldatot. Állandó keverés közben figyelje meg a bekövetkező változásokat! (Az oldatokat mérőhengerrel mérje ki!)

Tapasztalat:

Magyarázat:

a) reakcióegyenletek:

b) a megfigyelt változások indoklása:

2. kísérlet

Öntsön ~ 1 ujjnyi $0,005\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kálium-permanganát-oldatot kémcsőbe, és adjon hozzá $\sim$ fél ujjnyi 1 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot. Rázza össze a kémcső tartalmát, és figyelje meg az oldat színét!

Terítsen az asztalon levő főzőpohárba egy papírzsebkendőt, és öntsön rá egy keveset a kémcső tartalmából! Figyelje a változásokat körülbelül 3-4 percig!

Tapasztalat:

Magyarázat:

a) A megfigyelt változások indoklása:

3. kísérlet

Az I. kémcsőből csöpögtessen 15 csepp vas(III)-klorid-oldatot az 1. főzőpohárba, a 2. kémcsőben lévő ammónium-tiocianát-oldatból 2 cseppet a 2. pohárba és 10 cseppet a 3. főzőpohárba. A 3. kémcsőben telített csersavoldat van, ebből csepegtessen 12 cseppet a 4. pohárba, a 4. kémcsőben található oxálsavoldatból mérőhengerrel mérjen ki 10 cm^3 -t és öntse az 5. pohárba. A desztillált vizet tartalmazó főzőpohárból (V) töltsen tele az 1. poharat, majd az oldatot öntse vissza a nagy pohárba! Ezután töltsen tele a 2. poharat a V jelű pohár tartalmából, majd öntse vissza az oldatot! Ezt a műveletet folytassa az 5. pohárig! (A csersav képlete: $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_4$).

Tapasztalat:

Magyarázat:

a) reakcióegyenletek:

b) a megfigyelt változások indoklása:

4. kísérlet

Fülke alatt a 150 cm^3 -es főzőpohárba öntsön 50 cm^3 3 mol/dm^3 dobjon az oldatba bab szem nagyságú kalcium-karbidot, majd adjon a pohár tartalmához kétszer 5 cm^3 hypót. Figyelje meg a változásokat!

Tapasztalat:

Magyarázat:

a) reakcióegyenletek:

b) indoklás:

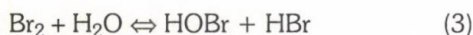
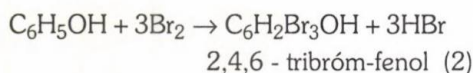
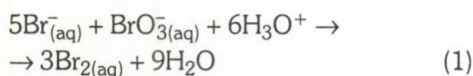
A feladatok elvégzésére 90 perc áll rendelkezésre!

Az 1/1. feladat megoldásának menete

Tapasztalat: a kezdetben színtelen oldatkeverék a hozzáadott metilvörös indikátoroldat hatására vörös lett, majd az utolsó oldat (NaBr) hozzáöntése után elszíntelenedett, ezt követően pedig sárgásfehér csapadék jelent meg. A sárgás szín a csapadék kiválása után mélyült.

Magyarázat:

a) reakcióegyenletek:



A metilvörös indikátor vörös színe az oldat elegy savas kémhatását jelzi. Az **elszíntelenedés** oka az (1) **egyenlet szerint végbemenő reakció pH növelő hatása**, illetve a (3) reakcióban keletkező **HOBr roncsoló** (oxidáló) **hatásának** következménye lehet.

Az (1) reakcióban keletkező **bróm a fenollal szubsztitúciós reakcióba lép, 2,4,6-tribróm-fenol sárgásfehér csapadék** keletkezik. A szín mélyülésének oka a brómfelesleg.

1/1. feladat értékelése:

A feladat helyes megoldására 7 pontot lehetett kapni. A jó megfigyelés 2 pontot ért, az egyenleteket és a pontos magyarázatot 5 ponttal jutalmaztuk. Minden versenyző jól végezte el és figyelte meg a kísérletet. Csupán egy versenyző vette figyelembe a metilvörös bróm hatására bekövetkező elszíntelenedését is. Az

egyenletek felírásánál, a termékek megnevezésénél és a pontos magyarázatnál már jelentős eltérés mutatkozott a versenyzők között.

1/2. feladat megoldásának menete

Tapasztalat: a **lúgos kálium-permanganát-oldat színe** tartósan **lila**, levegőn nem változik. A papírzsebkendőre öntve a folt színe először lila, majd a külső sávtól fokozatosan **élénkzöldre**, végül **barnás színűre változik**, és tartósan barna színű is marad.

Magyarázat: Lúgos közegben redukálószer jelenlétében a permanganát-anionban (MnO_4^{-}) jelenlévő +7-es oxidációs állapotú mangán fokozatosan redukálódik +4-es oxidációs állapotú mangánig.

A kísérletben a **redukálószer** a papírzsebkendőben jelenlevő **cellulóz**, amely lúgos közegben a +7-es mangánt először +6 oxidációs állapotúvá, (MnO_4^{2-} – zöld) majd +4-es oxidációs állapotúvá (**barna**) redukálja.

1/2. feladat értékelése:

A megfigyelés 2 pontot, a Mn^{VI} , illetve a Mn^{IV} azonosítása 1-1 pontot, a redukciós folyamat értelmezése 2 pontot, a redukáló anyag megnevezése 1 pontot ért. Ennél a feladtnál több hibát ejtettek a versenyzők. A különböző oxidációs állapotú mangánt tartalmazó ionok színeit keverték, többen a Mn^{VI} Mn^{IV} -é alakulását a levegő oxigénje hatására bekövetkező **oxidációs** folyamattal magyarázták. Kevesen nevezték meg a papírzsebkendőben található cellulózt.

1/3. feladat megoldásának menete

Tapasztalat: az 1. főzőpohár tartalma sárgás színű, a 2. halványpiros, a 3. élénkebb piros, a 4. kékesfekete, az 5. halványsárga lesz.

Visszaöntve a poharak tartalmát (V)-be ugyanezeket a színváltozásokat figyelhetjük meg. Az 5. pohár tartalmának visszaöntésekor a (V) pohár kékesfekete tartalma világossárgává változik.

Magyarázat:

a) Reakcióegyenletek:

$\text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+}$ – sárga

A Fe^{3+} -ion SCN^- -el alkotott komplexének egy lehetséges formája:

$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ vörös

$\text{Fe}^{3+} + \text{tannát-ion} \rightarrow \text{Fe(III)-tannát}$ fekete

$\text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$
halványsárga

b) A megfigyelt változások indoklása:

A hidratált Fe^{3+} -ionnal a tiocianát-anion vörös színű komplexet ad. A szín intenzitása a koncentráció függvénye. A cserav anionjával a Fe^{3+} stabilabb vegyületet képez, ezért a szín feketére változik [vas(III)-tannát]. Ennél is stabilabb a vas(III)-oxalát, ezért oxálsav hatására az oldat halványsárga színű lesz.

1/3. feladat értékelése

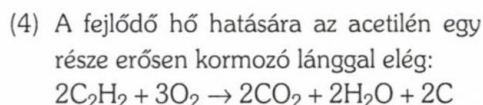
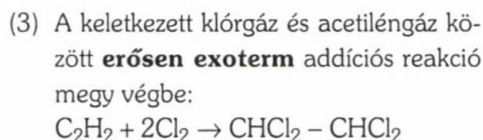
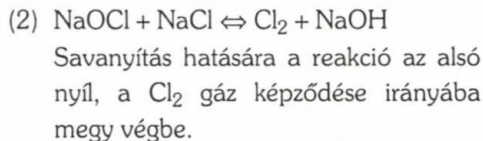
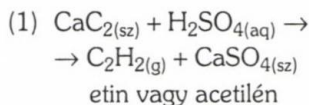
A megfigyelésre 2 pontot, a magyarázatra 5 pontot lehetett kapni. A megfigyelés itt is igen jó eredménnyel történt. Érdekes módon senki sem tudta a vas(III) cseravval alkotott vegyületének nevét (vas(III)-tannát). Többen feltételezték, hogy a Fe^{3+} -t az oxálsav redukálja Fe^{2+} -vé. (Elképzelhető, hogy a vas(II)-oxalát permanganometriás mérésére gondoltak kicsit furcsa módon.) Kevesen magyarázták a színváltozásokat a vegyületek eltérő stabilitásával, szerencsére akadt néhány ilyen versenyző is.

1/4. feladat megoldásának menete

Tapasztalat: Először élénk pezsgés látszik a gázfejlődés miatt, majd a hypó hozzáöntésekor heves, fénytűneménnyel járó reakció játszódik le, és koromképződést is megfigyelhetünk.

Magyarázat:

a) Reakcióegyenletek:



1/4. feladat értékelése

A megfigyelésre max. 2, az egyenletekre és a magyarázatra 5 pontot lehetett kapni. A kísérlet elvégzésével nem volt probléma. Sokan viszont a hypóból **oxigént** állítottak elő, s ezzel magyarázták a lángtűneményt és a koromkeletkezést. Kevesen ismerték fel a kénsav szerepét az egyensúly eltolásában és a klórképződésben

Az 1. feladat megoldásában elért eredmények így sem rosszak, és megnyugtató, hogy a kísérleteket mindannyian sikeresen elvégezték és megfigyelték.

A maximális 28 pontot senki nem érte el. Egy versenyző 27 pontot szerzett. Az utána következő 8 versenyző 25-21 pont között teljesített. A legrosszabb eredmény 7 pont volt. Az 1. feladat **átlaga 16,7 pont, ~60%**.

2. feladat

a) Részlegesen szárított $\text{FeSO}_4 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ kristályvíztartalmának és a belőle készült oldat koncentrációjának meghatározása kromatometriás titrálással

A mérés menete:

A 100 cm³-es mérőlombikban levő vas(II)-szulfát-oldat úgy készült, hogy 120 g részlegesen szárított vas(II)-szulfátból kénsavat tartalmazó vízzel 100 cm³ oldatot készítettünk, 10-szeresre hígítottuk, és ebből 12,5 cm³-t (vagy 13,0; 13,5; illetve 14,0) cm³-t bemértünk a mérőlombikba. Készítse el a törzsoldatot, majd 10-10 cm³-t mérjen belőle titrálólombikba! Adjon hozzá savanyítás céljából 20-20 cm³ 1 mol/dm³ koncentrációjú H₂SO₄-oldatot, 5 cm³ cc. H₃PO₄-oldatot, majd 3 csepp kénsavas difenilamin-indikátort! Egészítse ki az oldat térfogatát desztillált vízzel kb. 50 cm³-re, titrálja meg 0,0167 mol/dm³ koncentrációjú kálium-dikromát-mérőoldattal, amíg a zöld színű oldat egy csepp mérőoldat hatására kék színűre változik. (A második és harmadik mérésnél csak a végpont előtt kb. 1 cm³-rel adjuk hozzá az indikátort.)

Jegyzőkönyv:

A K₂Cr₂O₇-mérőoldat fogyása 10,00 cm³ törzsoldatra.

1.cm³

2.cm³

3.cm³

Átlagfogyás:cm³

Számolás:

Moláris tömegek: K: 39 g/mol, Cr: 52 g/mol, Fe: 56 g/mol, S: 32 g/mol, O: 16 g/mol.

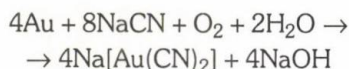
A reakció egyenlete:

A törzsoldat FeSO₄-tartalmag

A törzsoldat FeSO₄-koncentrációjamol/dm³

A részlegesen szárított kristályos FeSO₄ kristályvíztartalma:mol H₂O/1 mol FeSO₄.

b) Aranytartalmú kőzetekből leggyakrabban ciánlúgozással nyerik az aranyat. Az arany-szemcséket levegő jelenlétében híg nátrium-cianid-oldattal oldják ki,



majd az így nyert oldatból az aranyat cinkkel vagy elektrolízissel választják ki.

A közelmúltban Romániában az arany ciánlúgozással történő kinyerésekor keletkező ciántartalmú szennyvíz a tározóból gátszakadás következtében bejutott a Tiszába, és ott ökológiai katasztrófát okozott. Egyes kutatók szerint a szennyezés döntő mértékben lokalizálható lett volna a Lápos patak oly módon történő elzárásával, hogy átmeneti jellegű vésztározót alakítanak ki, és abban a cianidot vas(II)-szulfát-oldat megfelelő adagolásával kicsapják és így lekötik. A vas(II)-szulfát, illetve a vas(II)-ionok cianiddal képezett komplex vegyülete nagyon kevésbé mérgező. A katasztrófa következtében a Lápos patakba jutó **szennyvíz** nagyságrendileg **száz tonna nátrium-cianidot tartalmazott**.

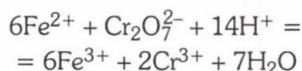
A mért értékek alapján állapítsa meg, hogy az eredetileg készített vas(II)-szulfát-oldat 1 m³-e elvileg mekkora tömegű NaCN ártalmatlanítására elegendő!

(A keletkezett komplex ionban a Fe²⁺ koordinációs száma: 6.)

Moláris tömegek: C: 12 g/mol, N: 14 g/mol, Na: 23 g/mol

A 2. feladat megoldásának menete:

A reakció egyenlete:



Ha 12,5 cm³ ismeretlent kapott a versenyző, akkor helyes titrálás esetén 6,20 cm³ fogyást kellett észlelnie a 0,00167 mol/dm³ koncentrációjú K₂Cr₂O₇-mérőoldatból.

Vagyis $\frac{6 \cdot 0,00167 \cdot 6,20}{1000} = 0,00062$ mol Fe²⁺-

ion volt a 10 cm³ bepipettázott oldatban, tehát a törzsoldatban $10 \cdot 0,00062 = 0,0062$ mol Fe²⁺-ion volt, ez $152 \cdot 0,0062 = \mathbf{0,9424 \text{ g}}$ FeSO₄-t jelent. A törzsoldat FeSO₄ koncentrációja **0,0062 mol/dm³**.

A kapott $12,5 \text{ cm}^3$ ismeretlenben $0,0062 \text{ mol Fe}^{2+}$

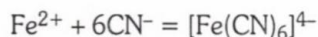
$$1 \text{ dm}^3 \text{ ismeretlenben } \frac{6,2}{12,5} = \mathbf{0,496 \text{ mol Fe}^{2+}}.$$

Tehát 100 cm^3 eredeti oldatban $0,496 \text{ mol FeSO}_4$ volt.

A kristályvíz kiszámítása:

$0,496 \cdot (152 + 18x) = 120$, ebből $x = 4,996$, vagyis **5 mol H_2O /1 mol FeSO_4** a kristályvíztartalom.

Az eredeti oldat koncentrációja $4,96 \text{ mol/dm}^3 \text{ FeSO}_4$, tehát 1 m^3 ilyen oldat 4960 mol FeSO_4 -t tartalmaz.



A reakcióegyenlet alapján megállapítható, hogy ez $6 \cdot 4960 \text{ mol} = 29760 \text{ mol NaCN}$ -ot köt meg. 29760 mol NaCN tömege:

$$\begin{aligned} 29760 \text{ mol} \cdot 49 \text{ g/mol} &= 1458240 \text{ g} = \\ &= 1458 \text{ kg} = \mathbf{1,458 \text{ t}}. \end{aligned}$$

Tehát az oldat 1 m^3 -e $1,458 \text{ t NaCN}$ ártalmatlanítására lenne elegendő.

A 2. feladat értékelése

A pontos méréssel és jó számolásokkal maximum **22 pontot** lehetett elérni. Az egyenlet felírásáért **2 pont** járt. Aki 1% hibahatáron belül végezte a titrálást, az **8 pontot**, 1-2% között **6 pontot**, 2-3% között **4 pontot**, 3-4% között **2 pontot** kapott. A törzsoldat koncentrációjának kiszámításáért **5 pont**, a NaCN mennyiségének kiszámításáért pedig **2 pont** járt.

Négy versenyző szerezte meg a 22 pontot, az elért pontszámok átlaga: **15,4 pont**.

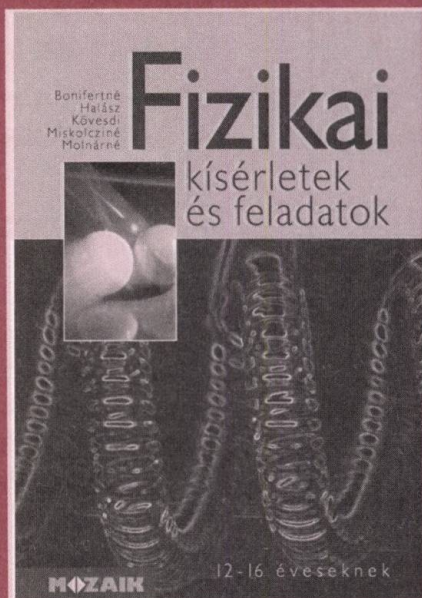
Összesítve: a gyakorlati fordulóban megszerezhető 50 pontot az idén senkinek sem sikerült elérnie. A legjobb teljesítmény 46 pont volt, ezt **Durkó Gábor**, a budapesti Fazekas Mihály Gimnázium tanulója érte el, a második legjobb **Baharev Ali**, a váci Boronkay György Gimnázium tanulója volt, aki 45 pontot szerzett. Az átlag **32,3 pont** volt.

A versenyzők igen fegyelmezetten dolgoztak és viselkedtek. Gratulálunk valamennyi versenyzőnek, és megköszönjük a felkészítő tanárok áldozatos munkáját.

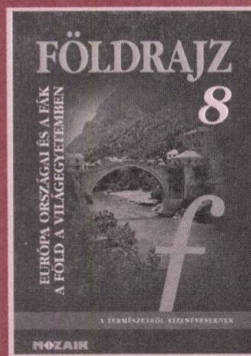
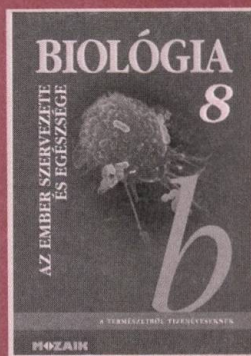
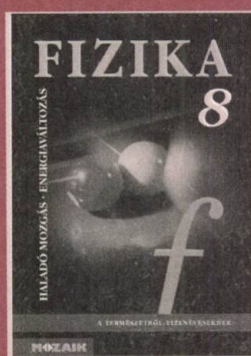
**Bonifertné – Halász – Kövesdi –
Miskolcziné – Molnárné**
**Fizikai kísérletek és
feladatok 12-16 éveseknek**

A fizikus ugyan a maga sajátos eszközeivel vallatja a természetet, de tudománya mélyen beágyazódik az emberi történelem és kultúra egészébe.

Könyvünk a tanórán elsajátított ismereteket érdekességekkel, önállóan elvégezhető kísérletekkel, számításos és a fizika hétköznapi, gyakorlati alkalmazásait bemutató feladatokkal, valamint a tudomány és kultúra fejlődését is ismertető történelmi kronológiával egészíti ki.



**A természetről tízenéveseknek
tankönyvsorozat 8. osztályos kötetei**



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon/Fax: (62) 470-101, 488-282

MOZAIK KÖNYVESBOLTOK

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

6723 Szeged, Csongrádi sgt. 73., Tel.: (62) 485-522

4224

A KÉMIA

TANÍTÁSA

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

x 2

Nyújthat-e a hétköznapi
életben használható ismereteket a középiskolai kémia?

(Pigler Edit)

Számoljunk egyszerűbben,
könnyebben: alkalmazzuk
gyakrabban a tömeg törtét II.

(Kovács Ferenc)

Beszámoló konferenciákról

(Dr. Adamkovich István – dr. Tóth Zoltán)

VIII. ÉVFOLYAM 2000

5

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Dr. Tóth Zoltán

Dr. Soltész György

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 470-185

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Kovács Attila

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 880 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási Minisztérium és a Soros Alapítvány támogatásával.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült

a Generál Print Nyomda Kft.-ben

TARTALOM

Globális melegedés és az ipari szén-dioxid

Dr. Széll Tamás emeritus professzor, USA, SZTE

Nyújthat-e a hétköznapi életben használható ismereteket a középiskolai kémia?

Pigler Edit középiskolai tanár, humánökológus, szakértő, Budapest

Számoljunk egyszerűbben, könnyebben: alkalmazzuk gyakrabban a tömegtörtet! II.

Kovács Ferenc gimnáziumi tanár, Vác

Beszámoló konferenciákról

Dr. Adamkovich István egyetemi adjunktus, SZTE, Szeged

Dr. Tóth Zoltán egyetemi docens, KLTE, Debrecen

A kémia szerepe a környezeti nevelésben

Pigler Edit középiskolai tanár, humánökológus, szakértő, Budapest

B.G. nem hisz nekem...

Dr. Rózsahegyi Márta egyetemi docens, ELTE, Budapest

Egy régi-új könyvről

Kiss Károly általános iskolai tanár, Körösladány

Könyvismertetés

Innen-onnan

Dr. Tóth Zoltán egyetemi docens, KLTE, Debrecen

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Széll Tamás

Globális melegedés és az ipari szén-dioxid

Földgolyónk hőmérsékletének emelkedése a 20. század hatvanas éveitől egyike a központi témáknak, amely rohamosan növekvő figyelmet kapott szerte a világmédiában, a mindennapos életben és nem utolsósorban a politikában. Jószándékuk kétségbe vonása nélkül megállapítható, például, hogy a címben megjelölt, sok mindenre alkalmazható elméletet a világ minden „zöld” csoportosulása kihasználta a maga ideológiai céljaira. A Nemzetközi Baccalaureátus (IB) a gimnáziumi kémiaoktatásba is bevitte, amennyiben 1996 óta ez a kérdés szabadon választható téma lett. Helyénvaló hát, hogy a szóbanforgó összetett, kényes kérdésről a kémia tanároknak is legyen véleménye.

Ehhez kíván az alábbi tanulmány támpontokat adni.

E sorok írója először 1970-ben New Yorkban, botlott bele a globális felmelegedés problematikájába, amikor az ENSZ Nemzetközi Iskola egyik faliújság vitrinje előtt tolongó diákcsoport feltűnő érdeklődésének okát igyekezett kideríteni. Kitént, hogy a tanulók a New York Times egy cikkét olvasták, amely komor színekkel ecsetelte az ipari tevékenység okozta légszennyezést, főként a szén-dioxid hatására várható „üvegházhatás”-t, amely végülis katasztrófát idéz majd elő, de már a 90-es években New York város központi részének, Manhattan szigetnek déli része (lower Manhattan) a jéghegyek olvadása miatt bekövetkező tengerszint emelkedés hatására víz alá kerül. A tanulók a szenzációs hírt zavarodottan és hitetlenkedve olvasták, hisz egészen addig az volt a „mantra”, hogy földünk újabb jégkorszak felé közeledik, és ezt az 1945-1970 között észlelt átmeneti lehűlés szemükben plauzibilissé is tette.

E tanulmány szerzője a hír olvasásakor arra gondolt, hogy több éghajlatbeli furcsaságról olvasott a múltkor vonatkozóan, pl. az úgynevezett kis vagy mini jégkorszakról, vagyis az 1510-1880 közötti lehűlésről (A Dózsa-felkelés 1514-

ben a hűvös idő okozta rossz termésekkel is összefüggött). Olyan tartós szárazságról is olvasott, amelynek során pl. a Velencei-tó jórészt úgy kiszáradt, hogy medrén lóvontatású járművek haladhattak keresztül. Felvetődött a kérdés, vajon nem egy még szokásos, legalábbis még megengedhető klímaingadozásról van-e most is szó.

Ma már tudjuk, hogy azóta mindössze 3 cm-t emelkedett a tengerszint, aminél nagyobb emelkedésekre van számos példa a múltból, és Manhattannak egy parányi része sem került víz alá. Azt is tudjuk, hogy a 80-as évek óta napvilágot látnak olyan közlemények is, amelyek szkeptikusak a globális felmelegedés teóriájával kapcsolatban, amelyek rámutattak arra, hogy a jövődölések alapjául szolgáló számítógép-modellek elcsúsztak voltak, és általában e témában gondolkodásunk revízióra szorul. Olyan közlemények is megjelentek, amelyek az egész globális melegedésre vonatkozó elméletet elvetették. Ezekkel egyidőben gomba módra szaporodtak a műhelyek a téma kutatására, bizottságok alakultak, előadások hangzottak el, tanulmányokat írtak, kongresszusokat szerveztek. Azok, akik e szervezésben, kutatásban résztvettek, sőt ebből éltek, tisztelet a kivételnek, érdekeltté is váltak a globális felmelegedés tanának életben tartásában. Londonban, Montrealban, Rio de Janeiróban és Kyotóban világkonferenciákat szerveztek, ahol sorsdöntő kijelentések, döntések születtek. Utóbbiak főleg a szén-dioxid ipari emissziójának drámai csökkentésére vonatkoztak. Legtöbb kormány felkarolta a mozgalmat, mert ezáltal vezető, irányító és gondviselő szerepének fontossága a lakosság szemében szilárdult. A tervbe vett intézkedések anyagi kihatása súlyos volt, annyira, hogy kevésbé fejlett államok esetében nem is volt az elvárható, ezért a fejlettebb államokra még súlyosabb terhek hárultak. Ezek jórésze sohasem került megvalósításra.

Mielőtt mélyebben néznénk a kérdésbe, tisztázni kell két különböző, noha össze is függő fogalmat, az **üvegházhatást** és a **globális felmelegedést**.

Üvegházhatás (greenhouse effect) alatt azt értjük, hogy az atmoszférában bizonyos „szennyezők” a kertetekben használt üvegházak üvegéhez hasonlóan viselkednek. A szennyezők az elektromágneses rezgések zömét beengedik a földre, ahol azok jórészt hővé alakulnak. A hő egy része azonban ott reked, mert az üvegház gázok a hosszabb hullámhosszú hősugaraknak (infravörös) csak mintegy 20%-át engedik vissza az űrbe. Ily módon az üvegház, azaz a földünk, meleg marad, sőt ha nincs egyensúly, egyre melegebb lesz.

Globális melegedésen Földünk átlaghőmérsékletének bármilyen okból bekövetkező olyan mértékű emelkedését értjük, amely a szokásos (már tapasztalt) fluktuálásnál nagyobb mértékű, és kiterjed az egész földgolyó klímájára. (A helyi változások lehetnek ezzel ellentétesek is.) Ilyen hatást egy sor szoláris, geofizikai, oceanológiai tényező, valamint az üvegházhatás képes kifejteni.

Földgolyónk energiamérlege egyensúly esetén nagyjából és kerekítve a következő: A Földre eső napsugárzás energiájának 70%-a abszorbeálódik, 30%-a visszaverődik az űrbe. Ha az abszorbeált 70% elhagyva a Földet újra kisugárzik, egyensúly van. Ez a kisugárzás (jobb szóval visszasugárzás) az alábbi összetevőkre támaszkodva a következőképpen oszlik meg: földünk direkt 21%-ot, a légkör páratartalma direkt 19%-ot sugároz ki az űrbe, de a föld indirekte is veszít 30%-nyi napenergiát, és pedig a légkör páratartalma, a szennyezések valamint a por közbejöttével, vezetés (kondukción) és áramlás (konvekción) útján. Összes visszasugárzás tehát 70%, vagyis nagyjából egyensúly uralkodik. A valóságban kisebb-nagyobb ingadozásokkal kell számolni, vagyis fluktuatív dinamikus egyensúlyról beszélhetünk. Ha az imént felsorolt összetevők egyike jelentősen akadályozva működik, az egyensúly felborul, és a hőmérsékletnek monoton változása kezdődik meg.

Környezetkutatók, meteorológusok, fizikusok, geológusok az üvegházhatást mint jól átgondolt, kidolgozott teóriát egyöntetűen elfogadják. Megosztottság van azonban a globális melegedés körül. Kérdés ugyanis, mennyi a globális melegedésből az üvegházhatás.

Még az is kérdés, egyáltalán van-e globális melegedés, vagy az észlelt enyhe melegedés még a normálisnak tekinthető hőmérséklet fluktuálás emelkedő ágába tartozik. Gyakorlati kér-

dés végül az, hogy amennyiben van melegedés, és ez üvegházhatásból táplálkozik, mit kell, lehet, érdemes annak meggátlására, lassítására tenni. Ha valóban van felmelegedés, és azt ipari tevékenység okozza, akkor hatáskörünkben áll annak befolyásolása. Ekkor a beavatkozásra szükség van, mert anélkül a felmelegedés végzetes lehet a biodiverzitásra, végső soron minden életre, beleértve az embert is.

E sorok írója több száz közleményt nézett át, és úgy véli, elfogultság nélkül a következő konklúziókat vonhatja le:

1. Üvegházhatást kifejtő molekulák általában nagy hőkapacitású anyagok. E gázok döntő túlsúlya vízgőz, sokkal kevesebb a széndioxid, még kevesebb a metán, végül említendő a nitrogén oxidok és a halogénezett szénhidrogének. Mivel ipari forrásból a széndioxid a legelterjedtebb, gyakran erre szűkítik csak a kérdés diszkusszióit. A légkörben 1999-ben mintegy 180 milliárd tonna széndioxid volt, de ennek csupán 3-3,3%-a ipari eredetű. Nevezik ezt antropogénnek is, nem számolva ide az emberi kilégzést. Az ipari forradalom óta az akkori 280 ppm légköri széndioxid 1999-re 360 ppm-re növekedett. A növekedés feltehetően a fosszilis tüzelőanyagok (szén, kőolaj) égetésének eredménye, de ez nem tisztázható pontosan. A széndioxidnak az iparinnál sokkal nagyobb mennyisége biológiai eredetű (kilégzés, fermentáció), de az évente ismétlődő villám okozta kiterjedt erdő- és bozóttüzekből, vulkáni eredetből, valamint lassú karbonátosodástól is sok széndioxid kerül az atmoszférába (hidrogénkarbonátok karbonáttá alakulásakor széndioxid szabadul fel). Csak az ipari eredetű széndioxid mennyiségére van befolyásunk. Hasonlóan a metán mennyiségére sincs befolyásunk. Utóbbi részben biológiai eredetű (állati emésztés, mocsarak dekomponálódása), részben földgázszivárgás révén jelenik meg az atmoszférában, a széndioxidnál sokkal kevesebb mennyiségben. Viszont a metán mintegy 25-ször hatásosabb üvegház gáz a széndioxidnál.

A döntő többsége az üvegház gázoknak pára (víz) vagy nemanthropogén széndioxid továbbá metán, amelyek mennyiségére nincs semmi befolyásunk. A kérdésben személyes érdekeltséggel nem rendelkező, tárgyilagosnak tekinthető tudósok tekintélyes része szerint éppen ezért nem érdemes nagy összegű beruházáso-

kat befektetni a szén-dioxid emisszió csökkentésére, mert annak a pénznek van sok, sürgősebb, fontosabb helye, ahol az sokat használhat, míg itt a hatás kismértékű, sőt kétséges is.

2. Kérdés, van-e csakugyan globális felmelegedés? A szakértők egy része ezt nem tekinti bizonyítottnak, mert úgy vélik, hogy az utóbbi idők enyhe melegekedése jóval a természetes, megengedhető fluktuálás határain belül van. A felmelegedés proponensei felhozzák, hogy az 1999 decemberi klíma rekord enyhe volt. Az ellenzők hozzátévesztik, hogy nagyon hasonló volt az 1905/6-os, valamint az 1932/3-as tél is. Legtöbb melegrekordot 1938-ban mértek. A mérések főleg az északi hemiszféra szárazföldi adataiból állnak, nem globálisok, csupán a tengerek vonatkozásában vannak jelentős számban más adatok is az elmúlt kb. 120 évre nézve. A szkeptikusok szerint ennyi évi adat statisztikailag még mindig nem jelentős, és köztük tendencia csak erőltetéssel ismerhető fel. A mért szárazföldi adatokat légáramlatok és tengeráramok erősen befolyásolják, pl. az el Niño vagy a la Niña, a transzpacifik és az észak-atlanti mélyvízi áramok, a transatlanti oscilláció, amelyekről igazolták, hogy a klímára döntő befolyással vannak. A tenger hőmérsékletében átlagolás után igen csekély melegekedés észlelhető. Pontosabb adatokat műbolygókról végzett mérések adhatnak. Erre a célra tették pályájára a Tiros műbolygót. Adatainak 50 évre extrapolált értéke 0,07 °C fok melegekedést enged meg, bár vannak más forrásokból eredő 120 évre extrapolált eredmények is, amelyek szerint 0,5 fok az emelkedés. Ezek az értékek a normálisnak tekinthető fluktuáció határain belül vannak. Vannak zavaró enigmák a hőmérséklet változás körül, amik arra intenek, hogy jogosulatlan nyomban üvegházhatással azonosítani egy esetleges emelkedés okát. Például tény az, hogy régen is voltak melegebb évek, sőt periódusok. Így 130 ezer éve a Eemián kor jelentősen melegebb volt, mint a jelenünk, de nem kell ennnyire visszamennünk: Grönland valaha zöld volt, innét kapta nevét is. Felteszik, hogy 1000 éve kb. olyan meleg volt földünkön, mint manapság. Az is vitathatatlan tény, hogy geológiai múltunkban volt több jégkorszak, amit minden esetben globális felmelegekedés követett (ipari szén-dioxid nélkül is).

Nem túl régen előfordult lehűlés is, amire elfogadott magyarázat nincs, pl. az utolsó jég-

korszak utáni melegekedés 10-11 ezer éve átmenetileg megtorpan. Való igaz az is, hogy a második világháború utáni kb. két évtized átlagon aluli hőmérsékletet mutatott.

A földkéreg és a jégburok megfűrése útján Jean Baptist Joseph Fourier javaslatára visszakövetkeztettek az egykori atmoszféra összetételére. Az eredmények ellentmondásosak. Egy szovjet-francia gárda a grönlandi jégben azt találta, hogy a melegekedési szakaszban magas volt az atmoszféra szén-dioxid tartalma, s ez az üvegház teóriával összhangban van, de más kutatók az Antarktikában éppen az ellenkezőjét találták: magas szén-dioxid tartalmú atmoszférát jegesedés követett. Az üvegház gázok okozta globális melegekedés hívei a jelenségeket úgy értelmezik, hogy az munkahipotézisükkel összhangban legyen, (ez sajnos jellegzetes kutatói attitűd). Az USA középnyugati államaiban elszenvedett 1988-as konok szárazságot nyomban a globális melegekedéssel hozták összefüggésbe, mások igazolták ennek téves voltát.

3. Más, az üvegház gázoktól független faktorok ismertek, amelyek a globális hőmérsékletre befolyással vannak, vagyis nem feltétlenül szükséges az esetleges melegekedést üvegházhatással magyarázni. Igazolták, és legújabb adatok is igazolják, hogy a hőmérséklet fluktuálásának emelkedő ágát döntően a 8-15 éves ciklusokban változó naptevékenység (protuberancia, felületi kilángolás, foltok, mágneses változások) idézi elő. A már említett mini jégkorszak (egyres adatok 1510, mások 1640-es kezdetet adnak meg) időszakában, ismeretlen okokból, alacsony naptevékenység volt. Észak-Írországbán a Früs-Christensen-Lassen által közzétett adatok meggyőzően alátámasztják, hogy a nyugat-európai klíma a naptevékenység függvénye, amiket az észak-atlanti áramok moderálnak.

4. Vannak olyan természetes tényezők, amelyek a föld termikus egyensúlyának megőrzése irányában hatnak. Ilyen bizonyos fokig maga a szén-dioxid is, amely termosztát hatású. Több szén-dioxid magasabb hőmérsékletet idéz elő, de akkor több a párolgás és a csapadék, ami kimossa a légkörből a szén-dioxidot, következik a lehűlés. Sok szén-dioxid elősegíti a vegetációt, mert a fotoszintézist táplálja, de több növény több szén-dioxidot fogyaszt. (A kimosott szén-dioxid hidrogénkarbonátok alakjában tárolódik, végső soron a tengerekben.)

A jégkorszakokat magyarázni kívánó legújabb ún. „Hólabda-föld” teória (Harvard Egyetem, Paul Hoffman) szerint a ciklikus jegesedés főszereplője a szén-dioxid. Lehűlés a szén-dioxid előbb említett kimosódása és a jegesedést követő energiareflexió útján történik, amely legtöbb életet, asszimilációt is kiirt, sőt az esőket is megszünteti. A jég visszaveri a napfényt. A geológiai eredetű szén-dioxid azonban idővel felszaporodik, és megkezdődik a melegedés. Mindennek eredménye a hőmérsékletben észlelhető ingamozgás geológiai időskálán. Az ipari gázok bizonyára részei e folyamatoknak, de mivel ezek geológiai mércén mozognak, csak nagyon hosszú idő után hatnak.

A szilárd lebegő részecskék, pl. a vulkáni vagy emberi tevékenység okozta porok hűtő hatását reflexióval magyarázzák, és ezt Los Angelesben mérések igazolták.

Hűtő hatást a kéntartalmú szenek égetése is okoz, ugyanis az elsődlegesen keletkező kén-dioxid kénsavvá alakul (víz és oxigén jelenlétében lassan), az a felhők tetején megfagy, és visszaveri a napfényt.

5. A tengerszintváltozás polivariáns, azaz sok tényezőtől függ. Egyik kevésbé emlegetett változó a világszerte elterjedt és növekedő mértékű mezőgazdasági öntözés, amely a talajvíz tekintélyes részét végül is a tengerbe irányítja.

Mindezek után a tárgyilagos szemlélő elbizonytalanodik az ipari gázoktól származó üvegházhatás okozta globális melegedés tanának egyedül üdvöztető jellegében. Biztos azonban senki sem lehet a feltételezés elvetésének indoltságában.

Felvetődik tehát a kérdés, **mit lehet tenni?**

Mivel a szén-dioxid az egyetlen, amit befolyásolhatunk, logikus volna arra gondolni, hogy a füstgázokból ki kellene mosni azt. Az apoláros szén-dioxidot csak gyengén oldó víz esetén sok szivattyú munkára volna szükség. Jobb apoláros oldószerek alkalmazása pedig a beruházási költségeket emeli meg, és környezetvédelmet is kíván. A szén-dioxid kémiai megkötése álmegoldás. Ugyanis a szóbajóható mésztejet égetett mész (CaO) oltásával lehetne nyerni, de az égetett meszet fosszilis tüzelőanyagokkal fűtött mészégetőkből nyerik, amelyekben a mészkőtől eredő, valamint a füstgázokban jelen levő szén-dioxid termelődése meghaladná a megkötendő szén-dioxid mennyiségét.

Igazi megoldás alternatív energiahordozók alkalmazása lenne, pl. hidrogénégetés, hidro-, geo- és napenergia, elektrokémiai energia hasznosítás, szél- vagy nukleáris energia kiaknázása. Ezek energia- és költség- effektív technológiája messze nem olyan kidolgozott, mint a fosszilis tüzelőanyagoké. A billió dollárokat felemésztő, globális melegedéssel kapcsolatos kutatások egy része éppen ezekkel foglalkozik.

Haszonnal járna nagymértékű fásítás is, mert az erdő jelentős szén-dioxid megkötő, de ez is elég költséges, munkaigényes és csak távlatban ható alternatíva.

Végkonklúziók

A rendelkezésünkre álló, viszonylag rövid időre vonatkozó, tág hibahatárral észlelt hőfokmérések alapján az ipari eredetű szén-dioxid üvegházhatásától származó, egyesek által vitatott, enyhe globális hőmérsékletemelkedés még nem tekinthető bizonyítottnak vagy egyenesen elfogadottnak. Nem tudni, a kis melegedés (ha egyáltalán mérhető bizonyossággal) természetes hőmérséklet fluktuáció része-e, vagy üvegházhatás. Vannak, akik szkeptikusak a felmelegedésben, pl. az alabamai (Huntsville) Egyetem és a NASA közös klimatológiai és oceanográfiai csoportja (John Christy és Roy Spencer), újabb műbolygós mérései, 2000-ben publikált eredményei, amelyek az elmúlt 30 év globálisan, leghidegebb évétől 1994-et teszik. Az össz szén-dioxidnak csak kis törtrészét, azt amit az ipari tevékenység idéz elő, tudjuk elvileg befolyásolni. Jogosult a kérdés, kell-e ellenintézkedéseket foganatosítani. A szakemberek egy része erre nemmel válaszol. A szakemberek másik része igennel, és ezt azzal indokolják, hogy nem szabad megvárni a globális hőmérsékletnek 5 fokkal történő emelkedését, mert ez olyan hőmérsékletet képviselne, amire földünkön 150 ezer éve nem volt példa. Mások szerint az ipari gázok csekély részarányának hatása csak geológiai időskálában mutathat befolyást, s hatásuk csaknem elhanyagolható. Ugyanakkor minden említett melegedést megelőző akció igen költséges, és azoknak a hatékonysága egyelőre kétes is.

A Rio de Janeiróban tartott világkonferencia részére a világ 55 legismertebb atmosfératudósa deklarátumot nyújtott be, amelyben kifejezésre juttatták következtetésüket, hogy az üvegházhatásra alapított globális melegedés kellően alá nem támasztott feltételezésekre épül,

nem tekinthető bizonyítottnak, ezért a kérdés kutatásán kívül egyelőre semmi költséges beruházást nem tartanak indokoltnak. A Kormányközi Éghajlat Változási Panel (IPCC) 2500 szakembere (az igazság kedvéért megjegyzendő, hogy a támadott teória védelmezésében nagy többségük anyagilag érdekelt) mintegy válaszul ellendeklarációt fogalmazott, amelyben kitartanak azon nézetük mellett, hogy a globális felmelegedés a 21. században hozzá fog járulni a biodiverzitás kedvezőtlen befolyásolásához, a víz minősége romlásához, veszélyeztetni fogja az életet és ebben az ember is. A média nagy többsége világszerte ezt az álláspontot tette magáévá. Egyesek szerint ezt szenzációkeresés vagy politika vezérelte.

A szóban forgó kérdéssel foglalkozó nagy irodalomból világos az is, hogy a globális melegedésnek csak egyik, de legalábbis rövid távon talán nem is döntő oka az üvegházhatás. A naptevékenységek befolyása erősebbnek tűnik. A klíma modellek javultak, de még mindig nagyon pontatlanok, és figyelmen kívül hagyják az ékorendszerek és az ember adaptabilitását. Óvatosságra van szükség, hogy elsietett következtetéseket ne vonjunk le, amik alapján akciódöntéseket hozhatnánk. A tudományos irodalom erősen polarizálódott: vagy mindenáron mellette, vagy mindenáron ellene van az üvegházgázoknak a globális felmelegedésre gyakorolt hatásának. E sorok írója szerint annyi megállapítható, hogy a napi sajtó többnyire eltúlozza a jelenségeket.

Ami a tárgyalt kérdésnek szabadon választható kémiai témaként szerepeltetésének érdekét illeti, az a nézetem, hogy a választás nem szerencsés, mert kevés benne a kémia. Ugyanakkor az üvegház gázak egy kis csoportjának (N-oxidok és a halogénezett-, főleg fluorozott szénhidrogén alapú habhajtó anyagoknak) hatása az ózonnyílásra javasolható téma, mert jelentős kémiát tartalmaz. Hozzá kell azonban tenni, hogy ez a hatás sem egységesen elfogadott. Az is megállapítható, hogy ez a téma reakciókinetikai jártasságot is kíván, vagyis nem kezdőknek való feladat.

Irodalom

Fő források a Nature, a Science és Scientific American közleményei. Ezenkívül:

- [1] Detecting the Climatic Effects of Increasing Carbon Dioxide DOE/ER-0235

- [2] Projecting the Climatic Effects of Increasing Carbon Dioxide DOE/ER- 0237
- [3] Atmospheric Carbon Dioxide and the Global Carbon Cycle DOE/ER-0239

(E könyvek beszerezhetők a National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce-től, Springfield, VA 22161 címről. Mikrofilmen kötetenként is kaphatók.)

- [4] Global Warming Special Report (Bette Hileman) C & EN (March 13, 1989)
- [5] Ramanathan, Science 240, 295 (1988) és ezzel összefüggésben Maddok, Nature 334, 9. (Julius 1988)
- [6] Munkacsoport: „Another Possible Climate Culprit: the Sun” New York Times, (Sep.23, 1997)
- [7] C.J. Butler: „The Influence of Solar Activity on Climate Change: the Evidence of Northern Ireland” <http://slar.arm.ac.uk/~ambrn/abstract 210.html> (1996)
- [8] B.J.L. Bromage and C.J. Butler: Előadás IC.NSO/Sacramento „Peak International Summer Workshop” (1995)
- [9] D. Kahl, Nature, (Jan 28, 1993)
- [10] Hubertus et al. Science, (March 12, 1997)
- [11] Kókai-Kun Tamás: „Meddig hagyjuk még magunkat bolondítani?” Új Világ, (Julius 22, 1996)
- [12] „A Bright Idea About Global Warming” NCPA Policy Digest (Sep. 23, 1997) http://www.reagan.com/Hot_Topics.main/Hot Mike/document-9.24.1997.0.html Továbbá: <http://www.ncpa.org/pd/weekly/pd92397.html>. Továbbá: <http://more.abcnews.go.com/sections/scincelDailSrNews/html>
- [13] P. Junker: „Thoughts on Global Warming” <http://www.junkscience.org/news/junker.htm>
- [14] A. Oakley: „The ACF's global warming propaganda” <http://www.labyrinth.net.au/~gjackson/news/126aaron.html>
- [15] Paul E. Hoffman and Daniel P. Schrag: Scientific American 282, Január, 68 (2000)

További irodalom található az interneten. LINKS (bal oldali oszlop) „Global Warming”, vagy „Australia still waiting for Greenhouse” címszók alatt; web site: www.junkscience.com (Irodalmazás e tanulmányhoz lezárva 2000. február 24-én).

Pigler Edit

Nyújthat-e a hétköznapi életben használható ismereteket a középiskolai kémia?

(Néhány gondolat a szénhidrogének tanítása kapcsán)

Aa a gyerekeknek rengeteg lexikális anyagot kell megtanulniuk minden tantárgyból, szinte nincs idejük közben a logikai összefüggések meglátására. Nem lehet tehát csodálkozni azon, hogy a „nem érettségi tárgyakat” próbálják mellőzni, valamint a gyakorlati életben nem alkalmazható tudnivalókat nehezen jegyzik meg, és hamar el is felejtik még a szorgalmasabb tanulók is. Mi a kémia tanulásának célja ezen a szinten? Feltétlenül az-e, hogy egy-egy vegyületnek megismerjék a képletét, molekulaszervezetét, néhány fontosabb reakcióját? Nézzünk meg egy példát egy tankönyvből, melyből a szakközépiskolások többsége tanul!

„A molekulák apolárisak, ezért vízben nem, benzinben, benzolban jól oldódnak. A teljesen szimmetrikus, közel gömb alakú metánmolekulák között másodlagos kötőerők működnek...”

Mit tudtunk meg a metánról? Tudjuk-e, hogy hol fordul elő, milyen környezeti problémát okoz, mire használjuk, mi lenne a legpraktikusabb felhasználási területe?

Tudnunk kell azt, hogy a bányákban a sűjtőlégrobbanást a metán okozza, hogy az irodalmi alkotásokban is gyakran szerepeltetett lidércfény a metán égése, ami a foszforhidrogén hatására gyullad meg, hogy az anaerob (levegőtől elzárt) körülmények között bomló szerves anyagból metángáz képződik: csatornáknak, szemételepeken (ez biogázként hasznosítható), szarvasmarhák gyomrában és rizsföldeken.

Miért fontosak ezek a tények? Mit okoz a légkörbe jutó metán?

Az üvegházhatás kialakulásában fontos szerepet játszik, 15-30-szor hatékonyabban működik közre, mint a szén-dioxid.

A metán égésének egyenletét tanítva elmondhatjuk, hogy csak ideális esetben képződik szén-dioxid és víz, de keletkezhet korom is, és az autók kipufogógázában jelen van az el

nem égett szénhidrogén. Fontos szerepe van az autó katalizátorának, amely a szénhidrogéneket szén-dioxiddá és vízzé alakítja.

A légtérbe juthat metán a városi gázvezetésekből is, mert a gázórák csatlakozási helyein gyakran szivárog a gáz, ezt kötelességünk jelenteni, nemcsak azért, mert a kárbavesző mennyiséget mi, fogyasztók fizetjük meg, hanem azért, mert környezeti problémák okozója is.

A metánból képződő gyökök kapcsán lehet felhívni a figyelmet arra, hogy a szabad gyökök milyen károsak az egészségre, a szervezetben kémiai folyamatokat indíthatnak el, melynek következményei mutációk és rákos daganatok kialakulása lehet. Említésre méltó az antioxidánsok szerepe, például az A, C és E vitaminok, melyek megvédik szervezetünket a káros behatásoktól.

A metánnal kapcsolatban vezessük be a szubsztitúciós reakciót. A keletkező halogénezett termékek és egyéb halogénezett szénhidrogének (halonok és freonok) bontják az ózont. Érdekes megállapítás, hogy ezeknek a molekuláknak kémiai szempontból pozitívumuk, hogy nagyon stabilak, viszont környezeti szempontból ez éppen hátrányos, hiszen ha mostantól a légkörbe nem jutna ki halogénezett szénhidrogén, akkor is nagyon sok év kellene, hogy lebomoljon a jelenlegi mennyiség. A halogénezett szénhidrogéneket használják még tisztítószerként és növényvédőszerként. Több, mint harminc évvel ezelőtt leghatásosabb rovarirtószernek bizonyult a DDT és a HCH. A nagyon stabil és hatékony vegyületekről kiderült, hogy felhalmozódnak élő szervezetekben, talajban. Bár hazánkban kb. 20 éve nem használjuk, még kimutathatók nyomai (17 év alatt bomlik el 39%-a). Az első kiadvány, mely megkérdőjelezte az ilyen drasztikus vegyszerek használatának következményeit R. Carson Néma tavasz című könyve volt (1962). A cím arra utal, hogy hasznos madarak és egyéb állatok ezrei pusztultak el a mérgezett rovarok-

tól. A növényvédőszer kapcsán érdemes meg-
tárgyalni egy mai esetet: a Garén tárolt halogé-
nezett szénhidrogénekét. Megvitatathatjuk, milyen
problémákba ütközik elégetése, mi történik, ha
a légkörbe vagy a talajba jut. Bármilyen halo-
géntartalmú szerves vegyület, akár a PVC ége-
tésénél is fennáll az a veszély, hogy dioxin ke-
letkezik, amely rákkeltő anyag. A dioxinok kö-
zül leggyakrabban a 2,3,7,8 tetraklór-dibenzo-
para-dioxinnal kerülünk kapcsolatba. 1976-ban
Olaszországban egy vegyüzemből szabadult ki
nagyobb mennyiségben dioxin; 1999-ben Bel-
giumban került bele a takarmányba, és így az
állati eredetű élelmiszerekbe. Környezetünkbe
juthat olyan ipari hulladékokból, melyek klórfe-
nolok gyártásából származnak: így a gyomirtó-,
és gombaölőszerek, fávédőszer, PCB alapú
transzformátorolajok stb. A dioxin zsírban oldó-
dik, állati és emberi szervezetekben felhalmozó-
dik. Figyelmeztetni kell a házilagos műanyag-
égetés veszélyeire is.

Ennyit csak a metánról, de a reakciók kap-
csán már kezdtünk áttérni más szénhidrogének
területére is.

A kőolaj és földgáz tárgyalásának bevezeté-
sekor el kell gondolkodnunk azon, hogy évmil-
liók alatt keletkeztek ezek a készletek, mi meg
néhány száz év alatt elhasználjuk. Nem lenne
érdemesebb inkább ipari nyersanyagként hasz-
nosítani, mint energiaforrásként? Milyen meg-
újuló energiaforrásaink vannak? Ha nincs mó-
dunk mással tüzelni, legalább takarékoskodjunk
az energiával! Összehasonlítást tehetünk a szén-,
kőolaj- és gáztüzelés égéstermékeinek környe-
zetszennyező hatása között. Bevezetőként még
érdemes bemutatni videofilmről az Exxon Val-
dez tankhajójának katasztrófáját, amikor először
döbbsentek rá az olajtársaságok a tengerek olaj-
jal való szennyezésének veszélyeire. Kitérhetünk
egyéb tengeri olajszennyezésekre, valamint az
olajháborúk szándékosan felgyújtott olajkútjai-
ra. Megemlítsük érdemesek az olajfinomítók-
ból kijutó aromás vegyületek gőzei és a benzinada-
lékoknak nemcsak az ólomtartalma, hanem az
ólommentes benzinek aromás komponensei. A 95-ös
oktánszámú olmozatlan benzin aromás tartalma
15%-kal magasabb az olmozott 98-as oktánszámú-
énál. Az aromás vegyületek mennyiségének növe-
kedése maga után vonja a policiklusos aromás
vegyületek kibocsátásának növekedését. A magas
olvadás- és forráspontú benzpirén a kipufogógáz
szilárd szennyeződéseihez tapadva kerül ki a
környezetbe. Katalizátor alkalmazásakor ennek a
mennyisége 90%-kal csök-

ken. Aromás hígítókka a háztartásban is talál-
kozhatunk, aromás vegyületek a cigarettafüst-
ben is jelen vannak, leukémiát, bőr- és ideg-
rendszeri bántalmakat okozhatnak.

A telítetlen szénhidrogének a műanyagipar
fontos alapanyagai, de nekik is jutott negatív sze-
rep. A kipufogógáz többi vegyületével együtt
(ózon, szén-monoxid, nitrogén-oxidok) a foto-
kémiai szmogot idézik elő. Változatos reakciók-
ból álló fotokémiai reakciósorozat játszódik le,
mely főleg addíciós reakciókból áll. A szén-mo-
noxid a katalizátor szerepét tölti be. Keletkeznek
szabad gyökök és más rákkeltő vegyületek, pél-
dául peroxi-acetil-nitrát, mely az élő vegetációt
már 0,002 ppm koncentrációban is károsítja.

Nem elég ismemünk a környezetbe kijutó ká-
ros anyagokat, hanem tudnunk kell további élet-
útjukról is: légkörbe, vízbe vagy talajba jutnak-e,
bekerülhetnek-e a táplálékláncba, mennyi idő
alatt bomlanak le és milyen módon (fotokémiai
reakció, hidrolízis, biológiai lebomlás stb.).

Ha kémiaórán nem csak képleteket és atom-
szerkezetet tanítunk, sokkal közhazsnúbbá válik
a megszerzett tudás. Elméleti síkon mozogva na-
gyon érdekes dolog párhuzamot vonni a kémiai
szerkezet és az anyag tulajdonságai között. Ennél
egy lépéssel többre lenne szükség: kapcsolatot
teremteni a kémiai tulajdonság és élettani hatás
között is. Amelyik tanuló nem képes (mindegy,
hogy milyen okból) az első két lépcsőfokot meg-
tenni, képes lehet a vegyületek kémiai és éle-
tani viselkedése között kapcsolatot teremteni,
és ez a kapcsolat maradandóbb és hasznosít-
hatóbb is lehet számára. Ha a kémia tanítása
kapcsán környezettudatos életmódra akarjuk
nevelni a tanulókat, tágitani kell a látókört más
szakterületek, például a környezettudományok
irányába.

Irodalom

- [1] Környezetvédelmi Lexikon (Akadémia Kiadó 1993.)
- [2] Papp-Kümmel: Környezeti kémia (Tankönyv-
kiadó 1992)
- [3] Moser Pálmai: A környezetvédelem alapja
(1992 Tankönyvkiadó)
- [4] Rózsahegy M-Wajand J: Kémia itt, kémia
ott, kémia mindenhol (Nemzeti Tankönyvki-
adó 1995)
- [5] R. Carson: Néma tavasz (Gondolat 1994)
- [6] Pigler E.-Monos Józsefné: Környezetvédelmi
kiegészítés a kémia tanításában (MKM 1996)
- [7] Élet és Tudomány 1999. 25. sz.

Kovács Ferenc

Számoljunk egyszerűbben, könnyebben: alkalmazzuk gyakrabban a tömegtörtet! II.

A Kémia Tanítása 1999. márciusi, 1-2. számában már alkalmazott – és az azokkal kapcsolatos – fogalmakat az egyértelműség érdekében összefoglaljuk.

I. Tömegtört = $\frac{\text{az adott összetevő tömege}}{\text{az összetevők összegének tömege}}$

Jelöléssel: $w = \frac{m_i}{\Sigma m}$

1. Oldatok esetén (az összetevők száma legyen kettő: egyféle oldott anyag és oldószer):

$$w = \frac{m_{\text{oa}}}{m_{\text{o}}} = \frac{m_{\text{oa}}}{m_{\text{oa}} + m_{\text{osz}}},$$

ahol

m_{o} az oldat tömege,

m_{oa} az oldott anyag tömege,

m_{osz} az oldószer tömege.

A tömegtört jelentése: az 1 gramm oldatban lévő oldott anyag tömege.

A tömegszázalék ennek százszorosa:

$$w\% = 100w \text{ m/m}\%$$

Az oldott anyag – oldószer anyagpárra jellemző adat az oldhatóság (adott hőmérsékletű telített oldatra). Az oldhatóság gyakran alkalmazott jele: s (a solubility – angol – szóból).

Az oldhatóságot – a tankönyvekből, táblázatokból láthatóan – kétféle módon jellemezhetjük.

a) $s = \frac{a \text{ g oldott anyag}}{100 \text{ g oldószer}}$, ahol a a 100 gramm

– adott hőmérsékletű – oldószerben feloldódó anyag legnagyobb tömege.

b) Az adott hőmérsékleten telített oldat tömegtörtje. A két adat közötti kapcsolat:

$$w = \frac{a}{100 + a}, \text{ illetve az } a = 100s \text{ folytán:}$$

$$w = \frac{s}{1 + s}.$$

2. Kristályvíztartalmú anyagok esetén:

$$w = \eta \cdot \frac{M(\text{vízmentes})}{M(\text{kristályvizes})} = \frac{M(\text{vízm.})}{M(\text{vízm.}) + nM(\text{víz})}. \quad (1)$$

Ebből tetszőleges $m(\text{vízm.})$ és a hozzátartozó $m(\text{krist.})$ -ra felírható:

$$\eta = \frac{m(\text{vízm.})}{m(\text{krist.})},$$

innen

$$m(\text{vízm.}) = \eta \cdot m(\text{krist.});$$

s ha szükséges:

$$m(\text{krist.}) = \frac{m(\text{vízm.})}{\eta}.$$

η a kristályvíztartalmú anyag hatóanyag-tartalmának tömegtörtje.

η jelentése: az 1 gramm kristályvíztartalmú anyagban lévő vízmentes hatóanyag tömege.

η értékeiből akár táblázatot is készíthetünk (1) alapján.

A kristályos vegyület	Az η értéke
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	0,3706
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,6392
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	0,5443
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	0,4411
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5614
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,5068
$(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,7143

II. Az n anyagmennyiség jellemzési lehetőségei:

$$n = \frac{m}{M}, \text{ ebből } m = n \cdot M;$$

$$n = \frac{V}{V_M}, \text{ ebből } V = n \cdot V_M;$$

$$n \cdot \frac{N}{N_A}, \text{ ebből } N = n \cdot N_A.$$

(A jelölések tartalma a tankönyvekből ismert.)

Következzenek a feladatok, amelyek szövegét Rózsahegyi Márta – Wajand Judit Rendszerező kémia mintapéldákkal, feladatokkal (Mozaik Kiadó, Szeged, 1992.) c. könyvből vettem. A feladat sorszáma után zárójelben feltüntettem annak könyvbeli oldal- és feladatszámát.

A célokat A Kémia Tanítása említett számában már megjelöltem. Az csupán e törekvés melékterméke, hogy miként fizika-, matematika-feladatokra, úgy kémiáfeladatokra is igazolódik ismét: megoldásukra – általában – többféle módszer lehetséges.

1. (59. o., 19. f.) Hány g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ és hány g 10 m/m%-os Na_2CO_3 -oldat szükséges 400 g 20 m/m%-os oldat előállításához?

Megoldás: A táblázatból $\eta = 0,3706$.

$$m(\text{vízm.}) = \eta \cdot m(\text{krist.}) = \eta \cdot x.$$

A tömeghányad definícióját alkalmazva:

$$0,2 \cdot \frac{\eta \cdot x \cdot (400 - x) \cdot 0,1}{400}.$$

Ebből $x = 147,8$ g a $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, és $400 \text{ g} - x = 252,2$ g a 10 m/m%-os Na_2CO_3 -oldat.

2. (70/9.) 100 g 60 °C-os víz 120 g KNO_3 -ot, 100 g 20 °C-os víz 30 g KNO_3 -ot képes feloldani. Hány tömeg%-os a 60 °C-on telített oldat? Hány g só kristályosodik ki, ha 100 g 60 °C-on telített KNO_3 -oldatot 20 °C-ra hűtünk le?

Megoldás:

$$a) \ w_{60} \cdot \frac{120}{220} = 0,5454, \text{ azaz } w_{60}\% =$$

= 54,54 m/m%. S mert erre szükség lesz:

$$w_{20} \cdot \frac{30}{130} = 0,2307.$$

b) Alkalmazva a tömegmegmaradás tételét:

$$100 \cdot 0,5454 = x + (100 - x) \cdot 0,2307,$$

s ebből

$$x = 40,907 \text{ g.}$$

Ennyi KNO_3 válik ki 100 g 20 °C-ra lehűtött oldatból.

3. (72/35.) 40 °C-on telített KCl és KNO_3 oldatot 20 °C-ra lehűtve melyikből válik ki több szilárd anyag, és mennyivel több, ha a kiindulási oldatok tömege 100-100 g?

Az oldhatóságok:

	20 °C-on	40 °C-on
$s(\text{KCl})$	$\frac{25,37 \text{ g}}{100 \text{ g víz}}$	$\frac{28,57 \text{ g}}{100 \text{ g víz}}$
$s(\text{KNO}_3)$	$\frac{24,01 \text{ g}}{100 \text{ g víz}}$	$\frac{38,99 \text{ g}}{100 \text{ g víz}}$

A telített oldat tömeghányadával kifejezve:

$$w_{20}(\text{KCl}) = \frac{25,37}{125,37} \quad w_{40}(\text{KCl}) = \frac{28,57}{128,57}$$

$$w_{20}(\text{KNO}_3) = \frac{24,01}{124,01} \quad w_{40}(\text{KNO}_3) = \frac{38,99}{138,99}.$$

Megoldás:

KCl esetén:

$$100 \cdot \frac{28,57}{128,57} \times (100 - x) \cdot \frac{25,37}{125,37}.$$

Ebből $x = 2,482$ g KCl.

KNO_3 esetén:

$$100 \cdot \frac{38,99}{138,99} - y \cdot (100 - y) \cdot \frac{24,01}{124,01}.$$

Innen $y = 10,776$ g KNO_3 .

$\Delta m = y - x = 8,294$ g, ennyivel több KNO_3 válik ki, mint KCl (mert a KNO_3 oldhatósága nagyobb mértékben függ a hőmérséklettől, mint a KCl-é).

4. (188/19.) Fémalumínium és alumínium-hidroxid keverékét levegőn (nyitott térben) hevítjük. Tömegváltozást a reakció végén nem tapasztalunk. Hány tömeg%-os a kiindulási keverék Al-tartalma?

Megoldás: Elvi rész:

$$m(\text{Al}) + m[\text{Al}(\text{OH})_3] = m(\text{Al}_2\text{O}_3), \quad (1)$$

ebből a tényből:

$$m(\text{O}_2) = m(\text{H}_2\text{O}). \quad (2)$$

(Megjegyzés az utóbbihoz: az Al oxidációjakor felvett oxigén tömege egyenlő az $\text{Al}(\text{OH})_3$ hevítésekor eltávozott víz tömegével.)

Adatok: $M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$,

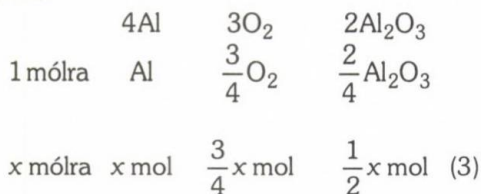
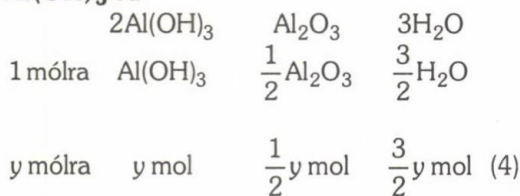
$$M[\text{Al}(\text{OH})_3] = 78 \text{ g/mol},$$

$$M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102 \text{ g/mol},$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol},$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}.$$

Legyen a keverékben x mol alumínium és y mol alumínium-hidroxid. Reakciók:

Al-ra**Al(OH)₃-ra**

(1)-ből és (3)-, (4)-ből:

$$27x \quad 78y \quad \frac{x}{2}y \quad 102,$$

(2)-ből és (3)-, (4)-ből:

$$\frac{3}{4}x \quad 32 \quad \frac{3}{2}y \quad 18,$$

amiből $y = \frac{8}{9}x$ mol az Al(OH)₃.

A kiindulási keverékben az Al tömeghányka:

$$w(\text{Al}) = \frac{27x}{27x + 78 \cdot \frac{8}{9}x} = 0,2803,$$

azaz $w(\text{Al})\% = 28,03 \text{ m/m}\%$.

5. (68/34.) 100 g KCl-oldatot 100 °C-ra hevítünk, és a kristályosodás megindulásáig forraljuk, majd az oldatot 20 °C-ra lehűtjük. A kivált kristályokat leszűrjük, a folyadékot pedig kiöntjük. A kiindulási KCl hány %-a veszett kárba, ha a telített KCl-oldat 20 °C-on 15,25 tömeg%-os, 100 °C-on pedig 22,65 tömeg%-os?

Megoldás: Nem tudjuk hány fokról indul a melegítés, feltételezhetjük tehát, hogy forrásig a 100 g oldat egy része vízgőzzé alakul, de a maradék oldat bizonyosan 100 °C-on telített. Jelöljük a „maradék oldat” tömegét a -val, a kivált só tömegét x -szel. A tömegmérleg egyensúlyára:

$$a \cdot 0,2265 = x + (a - x) \cdot 0,1525.$$

A kivált KCl tömege: $x = 0,0873156 \cdot a$ kg. Ennek a bemérthez viszonyított tömeghányka:

$$w(x) = \frac{0,0873156 \cdot a}{0,2265 \cdot a} = 0,3855,$$

azaz $w(x)\% = 38,55 \text{ m/m}\%$, a kiöntött oldatban van tehát az eredeti sómennyiségnek

$$100 - 38,55 = 61,45 \text{ m/m}\% \text{-a.}$$

Megjegyzés: a $w(x)$ utáni törtből látható (és belátható), hogy az eredmény független a értékeitől.

6. (63/26.) Hány g só kristályosodik ki, ha 200 g 95 °C-on telített réz-szulfát-oldatot lehűtünk 30 °C-ra?

Oldhatóság: 95 °C-on 40 m/m%, 30 °C-on 20 m/m%.

Előzmény: a táblázatból a $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tömeghányka: $\eta = 0,64$.

Megoldás:

$$200 \cdot 0,4 = x \cdot \eta + (200 - x) \cdot 0,2,$$

ahol x a kivált $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tömege, melynek értéke 90,91 g.

Megjegyzés: ha $\eta = 0,6392$ -vel számolunk, úgy $x = 91,07$ g. Az eltérés kevesebb, mint 0,2%, tehát nem jelentős.

7. (67/33.) Hány gramm vizet kell elpárologtatnunk 900 g 20 m/m%-os réz-szulfát-oldatból ahhoz, hogy 60 °C-on telített oldatot kapjunk? A (kapott) 60 °C-os oldatot 0 °C-ra lehűtve 188 g kristályos réz-szulfát válik ki. Hány mól vízzel kristályosodik a réz-szulfát?

Oldhatóság:	60 °C-on	0 °C-on
	$\frac{45 \text{ g CuSO}_4}{100 \text{ g víz}}$	$\frac{18 \text{ g CuSO}_4}{100 \text{ g víz}}$

$$\text{Tömeghányka: } w_{60} = \frac{45}{145} \quad w_0 = \frac{18}{118}.$$

Megoldás:

$$a) \quad w_{60} = \frac{900 \cdot 0,2}{900 + x}, \quad \text{azaz} \quad \frac{45}{145} = \frac{900 \cdot 0,2}{900 + x},$$

innen $x = 320$ g víz, s a 60 °C-on telített oldat tömege $(900 - 320) \text{ g} = 580 \text{ g}$.

b) Az 580 g 60 °C-on telített oldatból kivált 188 g $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Alkalmazzuk a tömegmegmaradás tételét:

$$580 \cdot \frac{45}{145} = 188 \cdot \eta \quad (580 - 188) \cdot \frac{18}{118}.$$

Ebből $\eta = 0,64$.

c) Az η definícióját alkalmazzuk $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ -ra (lásd: I.2.(1)):

$$0,64 \cdot \frac{160}{160 \cdot n \cdot 18}$$

Ebből $n = 5$ mól. A kristályos réz-szulfát képlete: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

8. (66/32.) 16°C hőmérsékleten 200 g víz 143 g kristályos nátrium-karbonátot ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) old, 24°C -on pedig 100 g víz oldja fel ugyanezt a mennyiséget. Hány tömeg%-os a 16°C -on telített oldat? Hány g 24°C -on telített oldatból válik ki 1 mól $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, ha az oldatot 16°C -ra lehűtjük?

Megoldás: A kristályos szóda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) hatóanyag-tartalmának tömegtörtje a táblázatból: $\eta = 0,3706$. A 24°C -on telített oldat tömegtörtje: $w_{24} = \frac{143 \cdot 0,3706}{243}$. A 16°C -on te-

lített oldat tömegtörtje: $w_{16} = \frac{143 \cdot 0,3706}{343}$.

a) Az előző sorból $w_{16} = 0,1545$, azaz $w_{16}\% = 15,45$ m/m%.

b) A 24°C -on telített oldat ismeretlen tömege x . A tömegmérleg egyensúlyára felírhatjuk:

$$x \cdot \frac{143 \cdot \eta}{243} = 286 \cdot \eta \quad (x \cdot 286) \cdot \frac{143 \cdot \eta}{343} \quad / : \eta$$

$$\frac{143 \cdot x}{243} = 286 \quad (x \cdot 286) \cdot \frac{143}{343}$$

Ebből $x = 971,8$ g a 24°C -on telített oldat, amiből 1 mól $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ válik ki a fent leírt állapotban.

9. (72/34.) Timsót kell átkristályosítanunk. Számítsuk ki, hány g 80°C -os vízben kell feloldanunk 100 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ -t, hogy 20°C -ra lehűtésekor a feloldott só 75%-a kristályosodjék ki és 25%-a maradjon oldatban!

Oldhatóság:

$$80^\circ\text{C-on} \quad \frac{71 \text{ g KAl}(\text{SO}_4)_2}{100 \text{ g víz}}, \quad w_{80} = \frac{71}{171},$$

$$20^\circ\text{C-on} \quad \frac{5,9 \text{ g KAl}(\text{SO}_4)_2}{100 \text{ g víz}}, \quad w_{20} = \frac{5,9}{105,9}.$$

A kristályos timsó hatóanyag-tartalmának tömegtörtje a táblázatból: $\eta = 0,5443$.

Megoldás: A 80°C -os oldatban x g víz + 100 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ van. 20°C -ra lehűtve kiválik 75 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

$$\text{Marad } x + 25 \text{ g oldat } w_{20} = \frac{5,9}{105,9}, \text{ benne}$$

$$25 \cdot 0,5443 \text{ g KAl}(\text{SO}_4)_2. \text{ Azaz:}$$

$$(x - 25) \cdot \frac{5,9}{105,9} = 25 \cdot 0,5443.$$

$$\text{Innen } x = 219,24 \text{ g víz.}$$

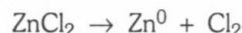
10. (136/13.) Hány dm^3 standard állapotú Cl_2 gáz fejlődik elektrolízis során, ha 206,8 g tömegű 9,1 m/m%-os ZnCl_2 -oldat töménysége 6 m/m%-ra csökken? $M(\text{ZnCl}_2) = 136,4$ g/mol.

Megoldás: Elektródfolyamatok:



Az elektródfolyamatok

eredménye:



Az elektrolízis során 1 mol 1 mol 1 mol

n mól ZnCl_2 alakult át, ↓ ↓ ↓

ez okozta a töménység csökkenését: n mol n mol n mol

A tömegtört alkalmazása a végállapotra:

$$0,06 = \frac{206,8 \cdot 0,091 \cdot n \cdot 136,4}{206,8 \cdot n \cdot 136,4}.$$

Ebből $n = 0,05$ mol, és

$$V^0(\text{Cl}_2) = n \cdot V_M^0 = 0,05 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 1,225 \text{ dm}^3.$$

11. (64/27.) A glaubersó ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) $32,4^\circ\text{C}$ -ra felhevítve elbomlik: vízmentes só és annak telített oldata képződik. A kiindulási (kristályos) só hány %-a alakul vízmentes sóvá, ha az adott hőmérsékleten a telített oldat 24,8 m/m%-os?

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ g/mol},$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 332 \text{ g/mol}.$$

Megoldás: Legyen $m(\text{krist.}) = 322 \text{ g} \rightarrow 1$ mól. A vizsgált állapotra: $142 = x + (322 - x) \cdot 0,248$, ebből $x = 82,64$ g. x a vízmentes Na_2SO_4 tömege, s ennek aránya az eredeti kristályos só

tömegéhez: $w(x) = \frac{82,64}{322} = 0,2566$, azaz az eredeti kristályos anyagnak a 25,66 m/m%-a.

Dr. Adamkovich István

Beszámoló konferenciákról

Tanárképzés és tudomány

Az Eötvös Loránt Tudományegyetem Tanárképző Főiskolai Kara fennállása 25. évfordulójának alkalmából 2000. augusztus 31-szeptember 1. között országos módszertani és tudományos konferenciát rendezett Budapesten.

A nagy érdeklődéssel kísért rendezvény fővédnöke Pokorni Zoltán oktatási miniszter volt, aki megnyitó beszédében vázolta a magyar oktatás aktuálpolitikai feladatait, illetve a neveléssel kapcsolatos közel és hosszú távú elképzeléseit. A konferencia munkája a szokásos koreográfia szerint plenáris és szekció előadások keretében folyt. Illusztrációként, kiragadva a programból, megemlítek néhány előadást:

- Dr. Ballér Endre egyetemi tanár (BKTE): Neveléstudomány és tantárgypedagógia,
- Kajnicz László főosztályvezető (OM): A szakmódszertani képzés megújulása az új kerettantervi dokumentumok bevezetésének időszakában,
- Dr. Victor András főiskolai tanár (ELTE): Természetpedagógia.

A két nap alatt 17 szekcióban közel száz-harminc 15-20 perces előadás hangzott el:

- I. A módszertani ismeretek oktatásának helyzete a képzés egészén belül. A szakképzés és a módszertani képzés kapcsolata.
- II. A pedagógiai-pszichológiai képzés és a szakmódszertan kapcsolata.

III. A korszerű ismerethordozók szerepe a módszertani képzésben.

IV. A gyakorlati képzés helye és szerepe a szaktanárrá válás folyamatában.

V. Mérésmetodika és minőségbiztosítás.

VI. A szakképzés és a szakmetodikai képzés az új tantervi dokumentumok bevezetésének időszakában.

VII. A tudományok új eredményeinek tükröződése az ezredforduló tankönyveiben.

VIII. Természettudományi szekció.

IX. Társadalomtudományi szekció.

X. Közművelődési szekció.

XI. Idegen nyelvi szekció.

XII. Könyvtáros szekció.

XIII. Matematika szekció.

XIV. Informatika szekció.

XV. Tanítói szekció.

XVI. Művészetek-sport-technika szekció.

XVII. Német nyelvi szekció.

A szekciók nagy száma is jelzi, hogy a rendezők megpróbálták lefedni a szakmódszertani képzés teljes spektrumát. Az elhangzott előadások érzékeltették, hogy a közoktatásban lejátszódott tartalmi változások (NAT, Kerettantervek) után a figyelem a tanítás finomszerkezetére, a módszertanra irányult. Ezt a tendenciát erősíti a magyar neveléstudományban végbe ment paradigmaváltás, a konstruktív pedagógia térnyerése.

A szekció-előadások is példázták, hogy az egyes tantárgypedagógiák keretén belül tudományos igényű kutatások folynak mindenütt.

A konferencia ugyanakkor rávilágított arra a paradox helyzetre is, hogy a kutatási eredmények ellenére a szakmetodika területén a kutatók előmenetele igen nehézkes. A pedagógiai elmélet és gyakorlat mezsgyéjén végzett munka elismertetése még várat magára, a neveléseméleti kutatók „önvédelmi” reflexei még mindig nagyon erősek.

A konferencia a szekcióelnökök beszámolójával és a következő közös nyilatkozat megfogalmazásával ért véget:

1. Mindazok a szaktudományok és tudományterületek, amelyeket a közoktatás a pedagógusi munka eszközeként felhasznál, ismerjék el és fogadják el azt a tényt, hogy a szakmódszertan is szerves részüket képezi.
2. Az egyes szaktudományok fejezetein túl a tudományterület szakmódszertanát is tekintsék létező területnek.

3. Legyen lehetőség arra, hogy a szakmódszertan tudósai – saját szakmájuk keretein belül – tantárgy-pedagógiai témából is szerezhessenek tudományos minősítést.
4. A közoktatásban bekövetkező változások, újítások (kiemelten a pedagógiai értékelés területén) még döntés előtt jussanak el a felsőoktatási intézményekben dolgozó szakmetodikuskhoz a minőségbiztosítás érdekében.
5. Kívánatos lenne szorosabb kapcsolat kialakítása a tanárképző intézmények, a társadalmi elvárások és a közoktatási intézmények között.
6. Szükséges lenne megteremteni, bővíteni a felsőoktatási módszertanban érdekeltnek fórumait, munkájukhoz rendszeres kiadványokat és technikai eszközöket kellene biztosítani.

Dr. Tóth Zoltán

Beszámoló konferenciákról

16. Kémiaoktatási Világkonferencia

16th International Conference on Chemical Education, Budapest, 2000. augusztus 5-10. és a XIX. Magyar Kémia tanári Konferencia

A Kémiaoktatási Világkonferencia a Nemzetközi Kémiai Társaság (IUPAC) két évente megrendezésre kerülő oktatási konferenciája. Két évvel ezelőtt Kairóban volt a 15., két év múlva pedig Pekingben lesz a 17. konferencia. Az idei konferencia az országos kémia tanári konferenciával együtt került megrendezésre Bu-

dapesten az ELTE kémiai és fizikai épületében. A kb. 500 résztvevős rendezvény plenáris előadásokból, vitaindító előadásokból, szimpóziумokból, műhelyekből és poszterszekcióból állt. A nyitóelőadást *Hans-Jürgen Schmidt* tartotta „Mit tanulhatunk a diákok tévképzeteiből?” címmel. A rendkívül érdekes, bár a téma kevésbé ismert volta miatt a magyar kémia tanárok által kellőképpen nem értékelt előadás legfontosabb tanulsága, hogy a tanulók többsége a maga módján logikusan gondolkodik, még akkor is, ha hibás eredményre jut, és hogy a tanítás

során fokozott figyelmet kell fordítanunk az alapokra, az alapfogalmak tisztázására, megértésére. A második plenáris előadást Zrínyi Miklós, a Budapesti Műszaki és Közgazdasági Egyetem Fizikai Kémiai Tanszékének professzora tartotta „Egyetemi kémiatanítás az anyagtudomány szemszögéből” címmel. Nagy várakozás előzte meg a két Nobel-díjas, Harold Kroto („A tudomány – egy kerek rész a szögletes világban”) és Paul Crutzen (Az ózonlyuk: az atmoszféra kémiai instabilitása, amit az ember okozott. Mit kell ebből tanulnunk?) előadását. A konferencia talán legsikeresebb előadását az osztrák Viktor Obendrauf tartotta („Mikroméretű kísérletek gázokkal”), aki többször nyíltszíni tapsot kapott elegáns és látványos kísérleteiért. A plenáris előadások sorát a japán D.J. Miyamoto zárta („Környezettudomány: a modern kémia szerepe a fenntartható fejlődésben”). A bőséges kínálat és a többnyire párhuzamosan folyó vitaindító előadások, szimpóziumok és műhelyek nehéz helyzet elé állították az érdeklődő résztvevőket: melyiket válasszák, melyikről mondjanak le. A magyar szekció előadásait végig nagy érdeklődés kísérte, kár hogy az angol nyelvű előadásokkal egyidőben került megrendezésre, így sajnos a magyar kémiatanárok többsége nemigen látogathatta az angol nyelvű szekciókat. A konferencia szakmai programját kiállítások, fogadás és egy szigligeti kirándulás egészítette ki. A szervezés és a rendezés világkonferenciához méltó volt.

A természettudomány és a technológia oktatása az új évezredben

3rd IOSTE Symposium for Central and East European Countries, Prága, 2000. június 15-18.

A IOSTE (International Organization for Science and Technology Education) 3. szimpóziumának címe és témája: A természettudomány és a technológia oktatása az új évezredben. A szimpóziumon 19 országból több mint száz résztvevő számolt be a hazájában folyó természettudományi oktatásról. A plenáris előadásokat (R.M.Janiuk: Science education – needs and possibility of international as well as intersubject collaboration. U.Zoller: Innovative STES teaching towards scientific and technological literacy for all in the new millenium. A.Töldsepp: Quo vadis – science education – in the new millenium? M.Braniš: Teaching environmental science at a university level. I.Bičik: Formation of teachers – strategy for the third millenium) követően a résztvevők 6 szekcióban (általános problémák, oktatási tantervek és reformok; oktatási technológiák; a természettudomány oktatásának kutatása; környezetvédelmi oktatás; a természettudományt tanító tanárok képzése; részletkérdések) vitatták meg a természettudományok oktatásának időszerű kérdéseit. A színvonalas szakmai program mellett feltétlenül meg kell emlékeznünk a szervezők (a prágai Károly Egyetem munkatársainak) kiváló munkájáról, vendégszeretetéről. Ugyanakkor elgondolkodtat az egyes országokból érkezett résztvevők száma: Csehország (24 fő), Lengyelország (19 fő), Bulgária (11 fő), Jugoszlávia (10 fő), Lettország (10 fő), Szlovákia (7 fő), Észtország (4 fő), Szlovénia (3 fő), Litvánia (3 fő), Taiwan (3 fő), Izrael (3 fő), Németország (3 fő), Görögország (2 fő), Anglia (2 fő), Magyarországnak (1 fő!), Oroszország (1 fő), Írország (1 fő), Ciprus (1 fő), USA (1 fő).

Pigler Edit

A kémia szerepe a környezeti nevelésben

(Beszámoló a második Környezet- és Egészségvédelmi Versenyről)

A másodikban rendeztük meg a Környezet- és Egészségvédelmi Versenyt, melyet az Országos Köznevelési Szolgálat Iroda hirdetett meg. Az országos döntő helyszíne a Mechwart András Vasútközlekedési Szakközépiskola és Gimnázium volt. Minden megyéből egy tanuló jutott be az országos fordulóra. A verseny célja nemcsak a környezetvédelmi ismeretek elmélyítése, hanem a komplex természettudományos szemlélet kialakítása is volt.

Bízunk abban, hogy ez a törekvés segíti a természettudományos tárgyak integrációját. A túlspecializálódott szaktudományok ugyanis nem tudják megoldani a környezeti problémákat, mert azok sokkal összetettebbek. Az elméleti tudás csak alap, a gyakorlattal való kapcsolat megtalálása a cél. A kémia feladata a környezetszennyezés okainak felderítése, a megelőzés módszereinek a kidolgozása; a biológia, fizika, földrajz vizsgálja a következményeket. Évtizedekkel ezelőtt, amikor egy-egy vegyületet előállítottak a vegyészek, csak a kedvező fizikai és kémiai tulajdonságok kialakítására törekedtek. Nem sokáig lehetett örülni annak, hogy például a freonok és a DDT milyen széles körben használható anyagok, később derült ki, hogy éppen nagy stabilitásuk miatt veszélyesek a környezetre.

Több iskolatípusból érkező tanulókat kellett ugyanabban a kategóriában versenyeztetni: gimnazistákat, tagozatos gimnazistákat, szakközépiskolásokat, olyan szakközépiskolák tanulóit, ahol tanítják az ember és környezete tantárgyat, egészségügyi szakmai tárgyakat, illetve környezetvédelmi szakmák szakmai tárgyait. Mivel ilyen vegyes a résztvevők tábora, a verseny feladatai nem mélyebb lexikális tudást, (fajok, számadatok ismeretét) követelték meg, hanem gyakorlatias gondolkodást, a környezet megfigyelésének képességét. Ha az előzetes felkészültség ennyire különböző, azt kellett meg-

keresnünk, hogy mi a közös. Például kémia órán hasonlóképpen lehet kiegészíteni a tananyagot minden iskolatípusban. A verseny arra akarja inspirálni a szaktanárokat, hogy tantárgyukba építsék be ezeket az ismereteket, ez a tananyagot közérthetőbbé, színesebbé teszi.

Célunk az, hogy a tanulók ismerjék meg a víz, a levegő, a talaj főbb szennyező vegyületeit, keletkezésüket, tulajdonságukat, lebomlásukat, figyeljenek fel az aktuális jelenségekre, tudják kapcsolatba hozni a tanultakkal. Ismerjék a vegyületek élettani hatásait, hogy tudatosan el tudják kerülni a környezeti ártalmakat.

Az országos döntő témakörei a következők voltak:

- ökológiai alapismeretek,
- természetvédelem,
- globális környezeti jelenségek,
- környezetbarát életmód (energiatakarékoság, hulladékkezelés, vásárlási szokások stb.),
- települések, nagyvárosok problémái,
- egészséges életmód és táplálkozás,
- szenvedélybetegségek.

A felkészülést segítette a megadott szakirodalom:

- Könczey R.-S.Nagy A.: Zöldköznapi kalauz (Föld Napja Alapítvány, 1997.)
- Rózsahegyi M.-Wajand J.: Kémia itt, kémia ott...(Nemzeti Tankönyvkiadó, 1995.)
- Száraz P.: Ember és környezete (NSZI, 1997.)
- Száraz P.: Ember és környezete feladatgyűjtemény (KTM, NSZI, 1995.)
- Lexikonok, folyóiratok

A bírálóbizottság tagjai voltak:

- Dr. Kohl Ágnes tud. főmunkatárs (elnök)
- Dr. Rózsahegyi Márta egyetemi docens
- Dr. Szigeti Gábor tud. főmunkatárs

- Pásztor Margit kémia-fizika szakos tanár és humánökológus
- Monos Józsefné kémia-biológia szakos tanár és mikrobiológus szakmérnök
- Völgyesi József kémia-biológia szakos tanár és humánökológus

Az írásbeli forduló kémiával kapcsolatos feladatai (mellettük a versenyzők helyes válaszai %-osan kifejezve):

Találós kérdések:

Írjuk le a vegyület vagy vegyületcsoport nevét! (58,1%)

- A Montreáli Egyezmény korlátozza használatukat.
- A fotoszintézisben fontos szerepet játszik, az üvegházhatás egyik okozója.
- Táplálékkal bejutva az emberi szervezetbe rákkeltő nitrózaminokat képezhet.
- Az autók kipufogógázában jelen van, hozzájárul a savas eső létrejöttéhez.
- Fém, a természetbe kijutva vegyületeket is képez, halak gyakran tartalmazzák.
- Táplálékunk fő alkotórésze a vegyületcsoport, fokozza az érelmeszesedést.
- Mocsarakban, rizsföldeken, hulladékok bomlásakor keletkezik, üvegház-gáz.
- Policiklikus aromás vegyület, a kipufogógázban keletkezik.

Táblázatok felcserélt sorainak rendezése:

Mely sorokban van tévesen felcserélve az első és második oszlop? (86,7%)
(Jelöljük a sorok számát!)

Sz.	Ismérvek	I. Oxidáló típus (fotokémia)	II. Redukáló típus
1.	Hőmérséklet	0 °C körül	25-35 °C
2.	Relatív nedvesség	70% alatt	80% fölött
3.	Szélesebbség	2 m/s alatt	2 m/s alatt
4.	Leggyakoribb előfordulás	október-február	június-szeptember
5.	Fő komponensek	O ₃ , NO _x , CO, C _n , H _m	SO ₂ , CO, korom
6.	Kémiai hatás	oxidáló	redukáló
7.	Max. konc. időszaka	reggel, este	délben
8.	Elsődleges hatás	kötőhártya-irritáció	légzőszervi megbetegedés

Tesztkérdések:

A cigarettafüst tartalmaz (35%)

1. rákkeltő kátrányt
2. nikotint
3. szén-monoxidot
4. szén-dioxidot

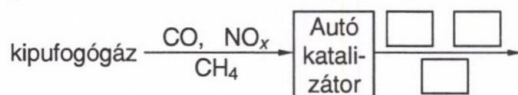
Esettanulmányok megírása, illetve kiegészítése:

A Tisza cián- és nehézfém-szennyezéséről kellett esettanulmányt írni néhány mondatban a megadott szempontok szerint. (61,3%)

A Garén található halogénezett szénhidrogén-hulladéklerakó felszámolásával kapcsolatos szöveg kiegészítése volt a másik feladat. (39,2%)

Ábra kiegészítése:

Milyen végtermékké alakítja a következő gázokat az autó katalizátora? (64,2%)



Ok-okozati összefüggések elemzése

Írjunk a téglalapokba egy-egy lehetséges okot! (61,5%)

Ok:	Következmény:
	A csapadék pH-ja 5,6-nél alacsonyabb.
	Zuzmósivatag keletkezik.
	A talajt szennyező fémek oldhatósága növekszik.
	A tavak vize algásodik.
	A kémények füstje nem felfelé száll.

Szóbeli forduló:

A szóbeli forduló nyilvános volt, felkészítő tanárok, érdeklődők végighallgathatták.

Egy otthon készített dolgozatot ismertettek a tanulók, melynek témája:

Lakóhelyem természeti környezete a múltban és ma (különös tekintettel a növénytakaróval való borítottságának változására, a kihalt növény- és állatfajokra, élővizek pusztulására stb.)

A dolgozat megírásának nemcsak az volt a célja, hogy lakóhelyük környezetében felmérjék a versenyzők a növényzet, állatvilág pusztulását, károsodását, hanem ennek okait is meg kellett adni. Itt lépünk át ismét a kémia területére.

Néhány dolgozatcím:

Egy bánya környezeti hatásai, Hanság régen és ma, Veszélyben a Hévízi-láp, A Medveszék az ember keze nyomán, Az Újszilvási Vághíd_Húsüzem és a környezet stb.

Gyakorlati forduló:

A gyakorlati fordulóban mindenki húzott egy számot, ami egy élelmiszert jelentett, ezt a kezébe is kapta, és három szempont szerint kellett elemeznie:

1. Elemezze az élelmiszer tápanyag-összetételét, vitamin- és nyomelem tartalmát!
2. Sorolja fel, hogy milyen adalékanyagokat tartalmaz, melyek lehetnek ezek közül egészségkárosítók!
3. Milyen fajta egyéb egészségkárosító anyagok kerülhettek az élelmiszerbe a környezetből vagy a feldolgozás során?

Használhatták az E-számok jegyzékét.

A versenyzők talán ezt a fordulót élvezték legjobban, válaszaikat sok érdekességgel egészítették ki a zsűri tagjai. Azért volt ez nagy próbatétel, mert önállóan kapcsolatba kellett hozni a kémiából és biológiából tanultakat a mindennapi élettel. Szóba kerültek a telített és telítetlen zsírsavak a margarinnal kapcsolatban, az észterek a természetazonos aromával kapcsolatban, az antioxidánsok a vitaminokkal kapcsolatban stb. Több tanuló még a csomagolás módjára, annak környezetbarát voltára is kitért.

A helyezést elért tanulók és felkészítő tanáraik:

1. Marossy Zsófia, Diósgyőri Gimnázium, Miskolc, tanára: Molnárné Litványi Krisztina
2. Mező Imre, Tóth Árpád Gimn., Debrecen, tanára: dr. Budayné dr. Kálóczi Ildikó
3. Jekkel Csaba, Berze Nagy János Gimn. Gyöngyös, tanára: Molnárné Borbás Katalin

A verseny ideje alatt a felkészítő tanárok megnézték a Mechwart Múzeumot, az iskolának a verseny alkalmára készített kiállítását, és szakmai tapasztalatcserén vettek részt. A kiállítás témái: tantestületünk továbbképzése erdei iskolában, jeles napok programjai, részvétel a Science Across Europe programban, szezonális teendők (energiatakarékosság, parlagfűirtás, felkészülés kirándulásokra, védett növényekkel, állatokkal való ismerkedés), környezetbarát és nem kör-

nyezetbarát csomagolóanyagok, az alumíniumgyártás, papírgyártás és műanyaggyártás energiaigénye, nyersanyagigénye.

A kísérő tanárok a felkészítés módjával és a verseny tapasztalataival kapcsolatos kérdőívet töltötték ki. Ebből kiderült, hogy a felkészítő tanárok szinte 100%-ban kémia szakosok, viszont a felkészülésben nem az óra alatti munka, hanem a szakkörök és az egyéni felkészülés játszotta a döntő szerepet. Nem csak a versenyzők miatt, de jobban ki lehetne használni a kémia órákat a környezetvédelmi kiegészítések tudatosítására.

Milyen újításokat kellene bevezetni tartalmilag, formailag a kémia tanításában?

A megtanítandó vegyületek közül ki kell szélesíteni azoknak a körét, amelyekkel találkozunk, mint háztartási tisztítószerekkel, élelmiszerekkel, talajt, vizet, levegőt szennyező anyagokkal. A tananyag tárgyalásánál a sorrend nem feltétlenül a fizikai, kémiai tulajdonságok felsorolása, előállításnak, előfordulásuknak az ismertetése lenne, hanem figyelemfelkeltés céljából a vegyület előfordulására kellene hivatkozni, ha a bemutatása nem lehetséges. Lényeg az, hogy ne csak a képzet alapján, hanem az életből is ismerjék meg az illető anyagot. Hozzá kell szoktatni a tanulókat ahhoz is, hogy nemcsak tankönyvből lehet tanulni, hanem sok új ismeretet nyújtanak a rádió- és tv természettudományos műsorai, folyóiratok, szakkönyvek is. Sok esetben abban mutatkozik meg, hogy értelmesen tanítottuk meg a tananyagot, hogy gyakorlati problémákhoz hozzá tudnak szólni tanítványaink.

Nem elég azt mondanunk, hogy növelni szeretnénk a versenyzők számát anélkül, hogy azok a tanárok száma ne növekedjen, akik ilyen szakértelemmel órán és órán kívüli tevékenységben a tantárgy megtanítása mellett a környezeti nevelést is folytatnak.

Megjelent az Oktatási Közlönyben a jövő évi verseny hirdetése; a témakörök változatlanok, az irodalmat kiegészítettük az Élet és Tudomány 1999-2000-es számaival. A dolgozat témája: A XXI. század környezetvédelmi problémái (hulladékkezelés, újrahasznosítás, élővizek pusztulása, légszennyezés stb.) Gyakorlás céljára feladatokat tervezünk feltenni az internetre augusztus folyamán.



Dr. Rózsahegyi Márta

B.G. nem hisz nekem...

A NAT, illetve a kerettantervek bevezetése a legnagyobb feladat elé talán a szakmunkásképző intézményeket állítja, mivel az általános műveltséget adó tantárgyak, köztük a kémia oktatása 2001 szeptemberétől a 9. és a 10. osztályokban ezekben az iskolákban is folytatódni fog. A NAT nem fogalmazott kellően differenciáltan, mert a 10. osztály végére – a 8. osztályhoz hasonlóan – iskolatípustól független, egységes követelményrendszert kívánt előírni. A kerettantervek készítői lényegesen józanabban ítélték meg, hogy mit lehet heti 1-1 órában az átlagos képességű gyerekeknek is megtanítani. Gondolom, egyetérthetünk abban, hogy ezekben az iskolákban **más tankönyvekből kell a kémiát tanítani.** Ismereteim szerint ilyen tankönyvek 1998-ig nem voltak forgalomban az igencsak túlméretezett piacon. Ezért örömmel vettem kézbe a nyíregyházi Homonnai és Társa Kiadó Kémia 9. és Kémia 10. c. vékony, kiskakú könyveit, sőt az Oktatási Minisztérium Tankönyv és Taneszköz Irodája megbízásából bíráltam is azokat 1998-ban. Örömöm csak addig tartott, amíg el nem kezdtem lapozni és olvasni B.G. munkáit. Előjáróban, hogy az Olvasó megértse írásom címét, megjegyzem, hogy a 9. osztályos könyv legsúlyosabb szakmai hibáit hét, a 10. osztályosét öt oldal terjedelemben összegeztem, a **könyvek tankönyvvé nyilvánítását természetesen nem javasoltam.** Úgy tűnik, hogy a Kiadó és a Szerző egyetlen észrevételemet sem tartotta jogosnak, mert most a friss, 2000. évi kiadást tanulmányozva sajnálattal látom, hogy **egyetlen általam felsorolt hibát sem javítottak ki, és a tankönyveket árusítják.**

A 9. osztályos tankönyv 113 oldal terjedelmű. A következő új fogalmak szerepelnek benne:

„atom, elektron, proton, neutron, radioaktivitás, alfa-, béta-, gamma-sugárzás, atommag,

tömegszám, rendszám, izotópok, atommodell, elektronhéj, főhéj, alhéj, tartózkodási valószínűség, pálya, elektronburok, energiaminimum, sellak ábrázolás, periódusos rendszer, periódus, csoport, vegyértékelektron, fő- és mellékcsoport, elem, atomtömeg, atomméret, fémek, nemfémek, félfémek, pozitív ion, negatív ion, elektronnaffinitás, ionizációs energia, ionok mérete, kémiai kötés, ionos kötés, apoláros, dipólus molekula, kovalens kötés, összetett ion, fémes kötés, dipólusmomentum, van der Waals-erők, hidrogénkötés, szabad elektronpár, abszolút hőmérsékleti skála, Avogadro tétele, normál állapot, standard állapot, anomális folyadék, kristályos anyag, amorf anyag, atomrács, ionrács, molekularács, fémrács, viszkozitás, párolgás, olvadáspont, kristály, elemi cella, kristályrendszer, kristályosztály, áramvezetés, szigetelő, tetraéder, rétegrács, szublimáció, szerves vegyületek, elektrongáz, lapközepes kockarács, térközepes kockarács, hexagonális rács, koordinációs szám, keverék, oldat, egyszerű anyag, összetett anyag, valódi oldat, kolloidoldat, elegy, oldószer, oldott anyag, hidratáció, elektrolitos disszociáció, erős elektrolit, gyenge elektrolit, forráspont-emelkedés, fagyáspontcsökkenés, félig áteresztő hártya, ozmózisnyomás, diszperziós közeg, diszpergált rész, köd, füst, hab, emulzió, diszperziós gél, aeroszol, lioszol, xeroszol, adszorpció, fajlagos felület, Avogadro-féle szám, móltérfogat, relatív atomtömeg, mól tömegszázalék, térfogatszázalék, koncentráció, kémiai koncentráció, keverési egyenlet, kémiai reakció, reakcióegyenlet, reakcióhő, exoterm, endoterm, égéshő, képződéshő, reakciósebesség, elsődrendű reakció, felezési idő, katalizátor, átmeneti komplexum, aktiválási energia, katalizátorméreg, megfordítható folyamat, dinamikus egyensúly, az egyensúly eltolása, legkisebb kényszer elve, egyesülés, bomlás, oxidáció, redukció,

gyors égés, lassú égés, oxidálószer, redukálószer, oxidációs szám, sav, bázis, protolitikus elmélet, sav-bázis pár, pH, egyensúlyi potenciálkülönbség, elektródpotenciál, diafragma, hidrogénelektrod, galvánelem, katód, anód, elektromotoros erő, akkumulátor, helyi elem, elektrolízis, leválási sorrend, galvanizálás.”

A felsorolt fogalmak szerepelnek vastag betűkkel szedve, tehát feltételezhető, hogy a szerző ezeket tartja új, fontos, megtanulandó ismereteknek. Ezzel kapcsolatban a következő észrevételeim vannak:

- jó néhány fogalom szerepel a 7. vagy a 8. osztályos tananyagban, tehát új ismeretként tárgyalni felesleges,
- azt, hogy 113 oldalon fel lehet-e dolgozni 165 fogalmat úgy, hogy az megérthető és megtanulható legyen, döntse el az Olvasó, szükség van-e ezekre a fogalmakra, ismeretekre ebben az iskolatípusban?

A könyvben **súlyos szakmai hibák soka-sága** olvasható. Példaként idézek néhányat:

8.o. „A radioaktivitás azt jelenti, hogy egyes elemek vagy vegyületek önmaguktól más kémiai elemekké bomlanak és közben láthatatlan sugárzást bocsátanak ki.”

20.o. „Így minden periódus alkálifémmel kezdődik és nemesgázzal zárul, ugyanis külső héjuk elektronszerkezete a hélium esetén s^2 , a többi gáz esetén pedig s^2p^6 , vagyis a külső héj zárt, ún. oktettet alkot, több elektron befogadására nem képes.”

24.o. „Pozitív ionok képződése során is tapasztalunk energiazabarádulást, amit ionizációs energiának nevezünk.”

33.o. „A kötés kialakulásakor nem következik be az elektron (elektronok) teljes helycseréje az egyik atomról a másikra.”

56.o. „A szigorúan vett elegyképződés feltevélei közé tartozik, hogy az összetevők között kémiai reakció ne játszódjon le, mert akkor már nem fizikai, hanem kémiai elegyedéssről, oldódásról beszélünk.”

66.o. „A relatív atomtömeg kifejezi, hogy a 12-es tömegszámú szénizotóp 1/12-énél hány-szor nagyobb a tömege az illető elemnek gram-mokban kifejezve.”

79.o. „A vegyület képződéshőjének kiszámítása: a vegyület égéshőjéből kivonjuk az őt alkotó elemek égéshőjének összegét (Hess tétele).”

83.o. „Az egyensúly eltolása az egyensúlyra vezető kémiai reakció teljessé tételét jelenti.”

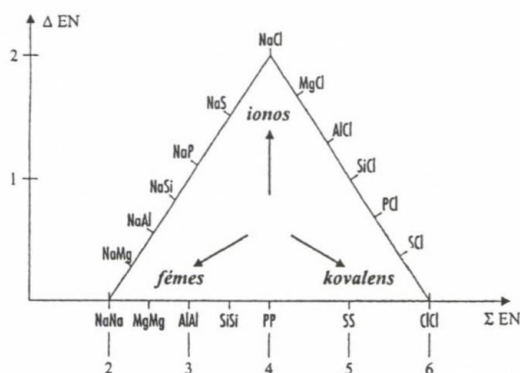
A szakmai tévedések mellett **igen nagyszámú módszertani hiba** is jellemzi a könyvet. Így például 74 sor terjedelemben írja le az elektronburok szerkezetét (12-19.o.) **egyetlen ábra nélkül**, oly mértékben **zavaros** a héj, az alhéj, a pálya fogalma, hogy még a szakember is nehezen érti meg a szöveget.

Sok esetben **előbb használja a fogalmat, mint ahogy definiálja** (pl. az elektronegativitásra hivatkozik a 21. oldalon, de csak a 29. oldalon tárgyalja).

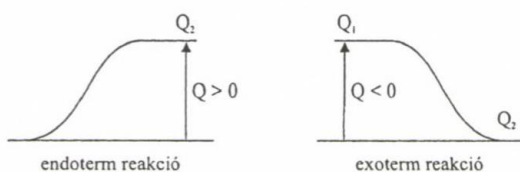
Az Avogadro-törvény két helyen (43. és 65.o.) címként szerepel, de az **érvényes megfogalmazást egyszer sem olvashatjuk**.

Összesen **hét kísérletet** említ a szerző, ezek végrehajtását hevenyészve le is írja, de jobb lenne, ha nem tenné. A 32. oldalon például a nátrium és a klór reakciójának leírásában két alapvető hiba van: vaskanálba teszi a nátriumot, és meggyújtja a fémét, majd úgy teszi a klórgázzal telt hengerbe.

Elképesztően **szegényes a könyv grafikai része** is, de ami ennél is nagyobb baj, hogy a mindösszesen **28 ábrából többet nem is értek**. Ennek illusztrálására álljon itt a 9. és a 20/b. ábra.



9. ábra
Átmenet a fő kötéstípusok között



20/b ábra
A reakcióhő változásának szemléltetése

Nagy szükség lett volna arra is, hogy anyanyelvi lektor javítsa a kéziratot, mert számos magyartalan és érthetetlen mondat van benne. Például:

8.o. „1836-ban Becquerel az uránszurokérc vizsgálatakor azt tapasztalta, hogy a becsomagtolt fotólemezen nyomot hagy.”

20.o. „Rájött, hogy az elemek tulajdonságai és növekvő atomtömegei egyfajta ismétlődést mutatnak.”

76.o. „A reakcióhő tehát nem lehet feltétele a reakció végbemenetelének.”

Teljesen hasonló jellegű és fajsúlyú kritikai észrevételeim voltak a 10. osztályos tankönyvvel kapcsolatosan is. Ezek részletes ismertetésétől eltekintek, tekintettel vagyok a terjedelemre, és a lelkiismeretes, a tárgy iránt érdeklődő és aggodó Kollégákat sem kívánom tovább keseríteni.

A Szerző és a Kiadó számomra egyértelműen nyilvánvaló felelőssége mellett talán sokakat érdekelne, hogy a Kiadó által felkért hivatalos lektorok /K.F. tanszékvezető és V.J. adjunktus/ felhívták-e a figyelmet a sok hibára; pontatlan-
ságra. Lehet, hogy B.G. nekik sem hitt?

Kiss Károly

Egy régi-új könyvről

Kezdődik az új tanév, amely elé várakozással tekint tanár és tanítvány egyaránt a két hónap szünet után. A várakozásba olykor feszültség is vegyül: vajon megjönnek-e idejében a tankönyvek, beválik-e váltáskor az új?

A NAT-ra készülvén annak idején a tankönyvkavalkád alaposan felkavarta az állóvizet. Talán túlságosan is. Pályám elején a „Kecskésné-Rozgonyiné: Kémia 7.”, illetve a „Kecskésné-Rozgonyiné-Nagy: Kémia 8.” című tankönyvek jelentették az alapot általános iskolásaink számára. Úgy tűnt azonban, az idő meghaladta, és sorra jelentek meg a – divatos szakkifejezéssel élve – NAT-kompatibilis tankönyvek. Magam is váltottam, majd két évvel később, amint megjelent a Kecskés Andrásné által átdolgozott régi-új könyv, visszatértem rá. Miért? A két év alatt sok tankönyv megfordult a kezemben és tapasztalataim szerint, e könyv találja meg leginkább az ideális középutat. Nem gyermek, de nem is akar túl messzire vezetni. Az elmélet és gyakorlat (kísérletek) aránya megfelelő. A munkafüzet és a témazáró feladatlapok jól használhatók. Széles körű ismertsége révén az iskolák közti átjárást leginkább ez teszi lehetővé. Tematikája a versenyekhez jól illeszkedik.

Ezzel együtt jó néhány kérdés is felmerült bennem, amelyekre korántsem biztos, hogy a legjobb válaszokat adtam. Ezzel a kis írással

a céloom az, hogy kételyeimet megosszam, s a problémákra – amelyek gondolom, nem csak bennem fogalmazódtak meg – a legjobb megoldást találjuk. Terjedelmi okok miatt ez alkalommal csupán a Kémia 7.-ről szólok. A könyv 5 fejezetre tagolódik, e sorrendben haladok tehát magam is.

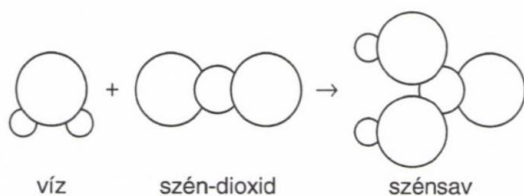
A „Bevezetés” in medias res kezdődik. A szándék ugyan megvan („Ismerkedés a kémiával”), ám hiányolok egy rövid történeti áttekintést: őskori-órkori kémiai jellegű ismeretek, középkori alkímia (noha ez a könyv közepén előkerül: „Az elemek felfedezése”), iatrokémia, tudományos kémia. Mindezt természetesen olvasmány szintjén, a csökkenő óraszám mást nem is tesz lehetővé.

A „Mindennapi anyagaink” című fejezetben, úgy éreztem, közölnöm kell az energiaminimumra való törekvés elvét, mint az energiaváltozások okát. Így két anyagrésszel később („A levegő összetevői”) a nemesgázok kis reakciókészsége, ebből adódóan felhasználása egyszerűen indokolható.

A „víz” téma nagyon széttagolt. A könyvben három helyen kerül elő. A témát a csapvíz (mint természetes víz) és a gyógyszerári víz (mint „mesterséges” víz) bejárása jól bevezeti, rámutat arra, hogy eltérő anyagi csoportokba tartoznak. Így lehetővé teszi, hogy „A víz” és „A víz

alkotórészei” című anyagrészeket akár egymás után is tárgyalhatjuk.

Az anyagi csoportoknál maradva: a könyv korrekten leírja a keverék, vegyület és elem fogalmát, ám az oldatnál már nem. Nem érzem letisztázottnak a fizikai, illetve kémiai oldódás fogalmát. Nem feltétlenül szükségesek ezek megértéséhez mélyebb anyagszerkezeti ismeretek. Elég, ha az első anyagrészekben megtanultakra építünk, hogy ti. „azokat a változásokat, amelyekben az anyag összetétele megváltozik és új anyag keletkezik, kémiai változásnak, kémiai reakciónak nevezzük.” Világos tehát, hogy amikor egy részecske több részecskére esik szét (bomlás), vagy több részecske egy új részecskét hoz létre (egyesülés), akkor kémiai változásról van szó. Ezek után egy rajzos illusztrációban megmutatom, mi történik szódavízke-sztítéskor:



Ezen anyagok jól ismertek a mindennapi életben, a rajz jól mutatja, hogy két különböző alakú és összetételű részecskéből egy lesz, tehát a szén-dioxid vízben való oldódása kémiai reakció. Mivel az oldatban keletkező szénsav kémiai reakció eredménye, ezért a vegyületek csoportjába kell sorolni. A sós víz sós íze, bepárlással történő szétválasztása pedig a fizikai oldódásra, illetve a keverék típusú oldatra példa.

Az „Oldatok” és az „Oldatok töménysége” című anyagrészeket, az ezt követő tömeg% számítást gyakorló órákkal jobban összetartozónak vélem, így a „Keverékek és oldatok szétválasztása” a fejezet végére marad.

Az „Atomok és elemek” című fejezet végén a periódusos rendszer és az atomszerkezet közti összefüggésre hozza a tankönyv végső példaként a kálium-, illetve kalciumatom elektron-szerkezetét, ám ez a tanulók számára ellentmondásos. Ti. miért van a káliumatom 19., a kalciumatom 20. elektronja a 4. héjon, ha a harmadik héjon is elférne? Előtte ugyan tár-

gyalja a nemesgázszerkezetet, ám az i-re a pontot nem teszi fel. Ezt nagy hiányosságnak érzem, ugyanis minden évben felteszik a kérdést. Nem lehet tehát megkerülni, kitolni a következő fejezetbe. Azonban az év elején közölt – és arra évközben több alkalommal is hivatkozott – energiaminimumra való törekvés elvével a feszültség könnyen feloldható (energiaminimumra való törekvés → nemesgázszerkezet → nemesgázszerkezetre való törekvés), éppen csak az ion fogalma nélkül.

Az előbbiekből logikusan következik, hogy az „Atomok kapcsolódása” fejezetet nem az elem-molekulákkal kezdem, hanem az előző fejezet folytatásaként az ionképződéssel, majd visszafelé haladva folytatom a poláris kovalens kötéssel, elem-molekulákkal, atomrácsos elemekkel, végül a fejezetet az elemi fémekkel zárom. A gondom az, hogy ez az út talán logikusabb, de nem didaktikus, mivel fokozatosság nélkül, dömpingszerűen kell befogadniuk a tanulóknak az új fogalmakat: elektronátmenet-elektroneltolódás, poláris és apoláris kovalens kötés, elektronegativitás, a molekula polaritása. E fejezet az eredeti sorrendben haladva lényegesen didaktikusabb, fokozatosan ismerteti meg a gyerekeket az új fogalmakkal, ám a korábban leírtak miatt mégis úgy érzem, hogy e két szervesen összefüggő fejezet folytonossági hiányt szenved.

A „Kémiai reakciók” című fejezet talán a tankönyv legnehezebb része. Itt csupán a sav-bázis reakciók tanításához fűznék néhány gondolatot. Már az ionkötés tanításánál végzünk áramerősség-mérést, vizsgálva az ionkristály, illetve vizes oldatának áramvezetését. Táblázatunkat (deszt. víz, csapvíz, kristályos konyhasó, konyhasóoldat) kiegészíthetjük a sósav, valamint a szalmiákszesz mérési eredményeivel. Utóbb mért eredményeket problémaként felvetve a gyerekek szinte maguk találhatnak rá a titok nyitjára, hogy ti. a semleges hidrogén-klorid, valamint ammóniamolekulák vizes oldata csak abban az esetben eredményezhet ilyen nagymértékű áramvezetést, ha valamilyen szerkezetváltozás eredményeként ionok keletkeznek. Az ötlet nem új, hiszen a kérdést egy munkafüzeti feladat (*306) is felteszi, én csupán a problémák köré építve vezetem be a témát.

KÖNYVISMERTETÉS

Dr. Wölfling János

Ruff Ferenc – Csizmadia G. Imre: Szerves reakciómechanizmusok vizsgálata (470 oldal, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2000.)

A szerves kémiai átalakulások megértését, megtanulását nagymértékben megkönnyíti a reakciók mechanizmusának ismerete. Ruff Ferenc és Csizmadia G. Imre könyvében azokat a módszereket tárgyalja, amelyek az oldatban lejátszódó szerves kémiai reakciók mechanizmusának megállapítására alkalmasak. A mű az 1994-ben az Elsevier Science BV. gondozásában megjelent „Organic Reactions, Equilibria, Kinetics and Mechanism” című könyv magyar nyelvű, átdolgozott, bővített kiadása. A bővítés kiterjed mind az azóta született tudományos eredmények, mind pedig újabb témakörök (pl. az intermedierek és az aktivált komplexek szerkezetvizsgálatára alkalmazott új spektroszkópiai módszerek) tárgyalására.

A tárgyalat témakörök didaktikus kiválasztását garantálja, hogy a szerzők több évtizedes oktatási és kutatási tapasztalattal rendelkeznek az adott tárgykörben. A tizenegy fejezetben az alapfogalmak tisztázása után szemléletes példákon keresztül könnyen érthetővé válik a mondani való. A történeti áttekintést, valamint a fizikai szerves kémia jövőbeni várható szerepének megítélését követően olvashatunk mind a nemkinetikai, mind pedig a kinetikai vizsgálati módszerekről. Jelentőségüknek megfelelően ez utóbbiak kapnak nagyobb hangsúlyt; tárgyalásra kerülnek a kémiai reakciók energiaviszonyai, az elemi és az összetett reakciók kinetikája, a kémiai reakciók átmeneti állapota, a szerkezet-reaktivitás-összefüggések, az izotópeffektus, a közegethatás, a sav-bázis elméletek, az elektrofilek és nukleofilek, valamint a homogén katalitikus folyamatok. Bemutatásra kerül, hogy reakciómechanizmusok tisztázását lehetővé tevő spektroszkópiai módszerek és az ezzel párhuzamosan

megalkotott elméletek napjainkig milyen nagymértékű fejlődésen mentek keresztül. A mű sikerét jól mutatja, hogy az angol nyelvű változatot a világ több országában tankönyvként használják.

A könyv elsősorban egyetemi és doktornandusz hallgatók, valamint a szerves kémiával foglalkozó kutatók érdeklődésére tarthat számot. Jól alkalmazható az egyetemeken mind a vegyész, mind a vegyészmérnök, mind pedig a kémia tanár szakos hallgatók szerves kémiai főkéllégiumainak kiegészítéseként, sőt önálló tárgy tananyagát is képezheti. Egyes fejezeteket a kémia iránt komolyabb érdeklődést mutató középiskolások is jól hasznosíthatnak. Főleg azok a részek sorolhatók ide, amelyek megértéséhez nem szükségeltetnek komolyabb matematikai alapok, mint például a „Nemkinetikai vizsgálati módszerek”.

Az ismeretek elmélyítésének lehetőségét, a problémamegoldó képesség fejlesztését kínálják a fejezetek végén található feladatok, melyek megoldásával azonban adósak maradnak a szerzők. Ezúton is rá kívánják bírni az olvasót, hogy megoldásaikat a szakirodalmi hivatkozások segítségével az eredeti közleményekben leírtakkal vessék össze. Valamennyi fejezet részletes irodalomjegyzék zár. Kiemelendő, hogy szokásos közleményidézetekben túlmenően megtudhatjuk, hogy a tárggyal kapcsolatba hozható kémiai Nobel-díjasok miért kapták ezen kitüntető tudományos elismerést.

Az alkotás hiánypótló jellegű; fizikai szerves kémiai tárgyú könyv magyar nyelven az elmúlt másfél évtizedben nem jelent meg. Ajánlható mindenkinek, aki magas színvonalon kíván korszerű fizikai szerves kémiai ismeretekhez jutni.



INNEN-ONNAN...

Válogatta és fordította: dr. Tóth Zoltán

Megjelent a „Módszerek és Eljárások”

11. kötete. A Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részlege 1978-ban indította útjára „Módszerek és Eljárások” című kiadványát. A kétévente megjelenő sorozat az idén 11. kötetéhez érkezett. A 11. kötet tartalma a következő:

- Dr. Rózsahegyi Márta: *A halogénekről színesen, érdekesen.*
- Dr. Wajand Judit: *Szuper-hyper(ol) kémia.*
- Dr. Horváth Ottó: *Látványos fotokémiai kísérletek az oktatásban: fotoizomerizáció és fotokromizmus.*
- Dr. Soltész György és Kiss Edina: *Triciklodekán-izomerek szénvázának modellezése. A lehetséges izomerek megkeresése pálcikamoddellal.*
- Kiss Edina és Dr. Soltész György: *Gyűrűk megkeresése a triciklodekán-izomerek képleteiben. A tanulók megoldási algoritmusai.*
- Dr. Tóth Zoltán: *Tanulói eljárások, logikai utak és algoritmusok a kémiai feladatok megoldásában.*
- Dr. Ling Jolán: *Egyensúlyi számítások tanítása programozott oktatással homogén gázreakciók esetén.*
- Dr. Póta György: *Kémiai számítások számítógéppel.*
- Dr. Molnárné Hamvas Livia és Dr. Molnár József: *Tankönyv vagy/és tan-CD?*
- Ludányi Lajos: *A multimédia felhasználhatósága a kémia oktatásában.*
- Bohdaneczky dr. Schág Judit: *Az Irinyi János országos kémiaverseny iskolai és megyei fordulójának szervezése és tapasztalatai Hajdú-Bihar megyében.*
- Dr. Kónya Józsefné: *Laboratóriumi gyakorlat a megyei döntőn.*
- Sarka Lajos: *Önképzőkör a Nyíregyházi Főiskolán.*
- Dr. Zsuga Miklósné dr.: *A IV. osztályos kémia tantárgyi gyakorlatok tapasztalatai. Elektrokémiai tanulókísérletek.*
- Bertók Gyuláné: *Az érettségire épített két éves vegyésztechnikus képzés tapasztalatai és tantervi követelményei a természettudományi gyakorlatokon.*
- Kónya Marianna: *A környezetvédelmi mérés-technikus-képzés műszeres laboratóriumi háttere az Erdey-Grúz Tibor Vegyipari Szakközépiskolában.*
- Varga Attila: *A mikrotanítások szerepe és eredményessége a kémiai oktató-nevelő munkára történő felkészítés területén.*
- Dr. Tóth Zoltán: *Kémiai számítások a tanárszakos hallgatók szakmódszertani képzésében.*
- Dr. Szalay Tibor: *A kémia meghatározó szerepe és mindennapi hasznossága. (A kolloidok felületi elektromos töltése és annak gyakorlati jelentősége.)*

A 137 oldalas kiadványt dr. Tóth Zoltán, a Kémia Szakmódszertani Részleg vezetője szerkesztette. Kérés esetén korlátozott számban ingyen példányt küldenek az érdeklődő tanároknak. (Cím: DE TTK Kémia Szakmódszertani Részleg, 4010 Debrecen, Pf. 66.; Tel.: 52 512-900 2581-es mellék vagy 06 30 313 9753; e-mail: o319tz@tigris.klte.hu)

CERAPIE – egy új elektronikus kémia módszertani folyóirat. Első évfolyamának 3. számához érkezett a Ioanninai Egyetem (Görögország) Kémiai Intézetének munkatársai által szerkesztett (főszerkesztő: Georgios Tsaparlis) elektronikus folyóirat, a CERAPIE (Chemistry Education: Research and Practice in Europe). Az első évfolyamban összesen 41 dolgozat jelent meg a kémiaoktatás kutatásával és gyakorlatával kapcsolatban. Egy segédprogram alkalmazásával a dolgozatok összefoglalója mellett azok teljes szövege is olvasható és kinyomtatható. Az internetes elérési cím: http://www.uio.gr/conf_sem/cerapie.

(http://www.uio.gr/conf_sem/cerapie)

Biodízel: álom vagy valóság? Világszerte kísérletek folynak a növényi olajok, illetve a háztartási hulladékolaj üzemanyagként történő hasznosítására. A növényi olajokat (glicerideket) sem önmagukban, sem gázolajjal elegyítve nem ajánlott üzemanyagként felhasználni. Motorhajtóanyagként csak megfelelő átalakítás (pl. átészterezés) után használhatók. A legrészletesebben tanulmányozott repceolaj-metilésztert a repcemag préselése során nyert repceolaj metanolos átészterezésével állítják elő. Ezáltal lényegesen csökken az olaj sűrűsége, viszkozitása, kéntartalma és lobbánáspontja, ugyanakkor egyértelműen nő a cetánszáma. Tulajdonságai megközelítik, néhány esetben meg is haladják a hagyományos gázolaj tulajdonságait. A repceolaj-metilészter víz-, glicerín-, metanol- és foszfortartalma azonban számos probléma forrása lehet. A mérgező metanol, valamint a környezetet, a katalizátorokat és a szondákat károsító foszfor okozza a legnagyobb problémát. Az eddigi eredmények alapján a növényolaj-alapú

biodízel (a növényolaj-metilészterek) csak zárt körben, a mezőgazdaságban használhatók üzemanyagként.

(Magyar Kémikusok Lapja, 55. évf. 10. szám, 377. oldal)

Amikor $A + B \neq B + A$. A kémiai reakcióknál általában mindegy, hogy a reagáló anyagokat milyen sorrendben adjuk egymáshoz, de ez nem minden esetben van így. A következő egyszerű kísérlettel szemléltethetjük, hogy a végeredmény (a reakciótermék) függhet a reaktánsok sorrendjétől. **1. kísérlet:** Állandó keverés közben adagoljunk milliliterenként 50 cm^3 $1,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat 50 cm^3 $1,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú Na_2CO_3 -oldathoz. Fogjuk fel a fejlődő gázt, és minden esetben mérjük meg a térfogatát. Ebben az esetben azt tapasztaljuk, hogy nincs számottevő gázfejlődés, csak annyival nő a gáztérfogat, amennyit a beadott sósavoldat szorít ki: kb. $50\text{--}70 \text{ cm}^3$ gáztérfogat-növekedést mérünk 50 cm^3 sósav hatására. Ennek az az oka, hogy ebben a kísérletben végig a Na_2CO_3 volt fölöslegben, és a karbonátionok és a hidrogénionok reakciója csak hidrogénkarbonát-iont eredményezett, nem (vagy alig) képződött szén-dioxid: $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{HCO}_3^-$. **2. kísérlet:** Cseréljük meg a reaktánsokat, most az $1,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú Na_2CO_3 -oldatot adagoljuk milliliterenként, állandó keverés közben 50 cm^3 $1,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavba. Intenzív gázfejlődést tapasztalunk, 25 cm^3 beadagolása után a gáztérfogat állandósul (elfogyott a HCl) kb. 500 cm^3 értéknél. A lejátszódó reakció egyenlete: $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Érdekes jelenséget figyelhetünk meg, ha folytatjuk a Na_2CO_3 -oldat adagolását: a gáztérfogat csökkenni kezd. Ennek az a magyarázata, hogy a karbonátionok hidrolízise lúgos kémhatást eredményez, a lúgos közegben pedig oldódik a szén-dioxid: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$; $\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{HCO}_3^-$. További egyszerű példák arra az esetre, amikor nem mindegy, hogy milyen sorrendben adagoljuk egymáshoz a reaktánsokat: tömény savak (pl. kénsav) hígítása,

foszforsav semlegesítése nátrium-hidroxiddal, kálium-nitrát reakciója perklorssavval.

(*Journal of Chemical Education*,
77. évfolyam, 9. szám, 1180. oldal)

Turbulens mozgás az etil-acetát – víz rendszerben. Végezzük el a következő kísérletet írásvetítőn! Töltsünk kb. 10 cm³ vizet egy Petri-csészébe, majd a széléhez közel öntsünk rá kb. 4 cm³, előzetesen jóddal megfestett etil-acetátot! Néhány másodperc múlva turbulens mozgás figyelhető meg a képernyőn, olyasmi, mintha lángnyelvek táncolnának végig a folyadék felületén. A jelenség kialakulása a felületi feszültség és a viszkozitás megváltozásával kapcsolatos. Az etil-acetát vízben kissé oldódó folyadék. A vízre öntve egy része monomolekulás filmet képez a víz és a levegő határfelületén, másik része pedig úszik a víz felszínén. A monomolekulás filmben lévő etil-acetát gyorsan párolog, ezáltal ismét megnő a víz felületi feszültsége, viszont a felszínen úszó rétegből pótlódik, ami a felületi feszültség csökkenését eredményezi. Mivel ezek a változások a viszkozitás megváltozásával is járnak, ezért láthatók az írásvetítő képernyőjén.

(*Journal of Chemical Education*,
77. évfolyam, 9. szám, 1182. oldal)

Egy egyszerű, látványos kísérlet: az amőbareakció. A ciklohexanol vizes, kénsavas kálium-bikromát-oldat felületén végbemenő oxidációja ciklohexanonná a szerves fázis amőbaszerű mozgásával jár. Töltsünk meg egy Petri-csészét harmadig kénsavas bikromátoldattal (2 g K₂Cr₂O₇, 10 cm³ cc.H₂SO₄, 100 cm³ víz), és helyezzük a Petri-csészét írásvetítőre! Ezután egyenként cseppentsünk 4-6 csepp ciklohexanolt a vizes oldalra! 10-20 másodperc múlva a cseppek mérete megváltozik, összeolvadnak, szétválnak, amőbaszerű mozgást végeznek. Ez annak a következménye, hogy a cseppek felületi feszültsége folyamatosan változik a bennük lévő ciklohexanol/ciklohexanon aránytól függően.

(*Journal of Chemical Education*,
66. évfolyam, 11. szám, 955. oldal)

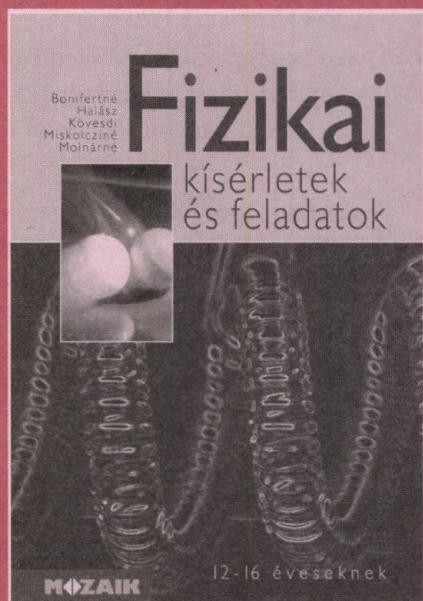
Rézdrót és szén-tetraklorid a víz felszínén. A víz nagy felületi feszültségének köszönhetően olyan anyagok is a felszínén maradhatnak, amelyek sűrűsége lényegesen nagyobb a vízénél. Ha a víz felszínére óvatosan vékony, 1-2 cm hosszú rézdrótot vagy kis szén-tetraklorid cseppet helyezünk, akkor azok úszni fognak. A következő két kísérlet azt szemlélteti, hogy a vízmolekulák polaritásának milyen hatása van ezeknek az anyagoknak a víz felszínén történő mozgására. **1. kísérlet:** Helyezzünk két CCl₄-cseppet a víz felszínére, egymástól kb. 1 cm távolságra! A két csepp lassan közeledik egymáshoz, majd egybeolvad. A cseppek még véletlenül sem közelednek az üvegfalhoz. (A cseppek mozgását láthatóbbá tesszük, ha a szén-tetrakloridban előzetesen egy kevés jódot oldunk.) A jelenség magyarázata, hogy a poláris vízmolekulák töltésmegoszlást indukálnak az apoláris cseppekben, és az ellentétes töltésű részek között fellépő vonzás közelíti egymáshoz a cseppeket. Most tartsunk előzetesen megdörzsölt (negatív töltésű) ebonitrudat a csepp közelébe. Ennek hatására a csepp közelében lévő vízmolekulák orientációja olyan lesz, hogy pozitív végükkel a rúd felé fordulnak. Ez fordított irányú polarizációt eredményez a cseppben, így a csepp negatív töltésű része kerül a negatív töltésű rúd közelébe, ezért a rúddal a cseppet „taszítani” tudjuk. (A cseppet azonban még így sem tudjuk arra „kényszeríteni”, hogy az üveg falához menjen!) **2. kísérlet:** Helyezzünk a víz felületére 2 vékony rézdrótdarabkát! Figyeljük meg, hogy a rézdarabkák vagy azonnal, vagy előzetes megfordulás után egymás mellé úsznak és összetapadnak. Ennek oka ismét a vízmolekulák polarizáló hatásában keresendő. A vízmolekulák által dipólussá tett két drót az orientációtól függően kezdetben vagy vonzza, vagy taszítja egymást, végül az ellentétes végükkel összetapadnak. A rézdrótra ugyancsak tisztító hatása van a megdörzsölt ebonitrúdnak.

(*Journal of Chemical Education*,
68. évfolyam, 7. szám, 592. oldal)

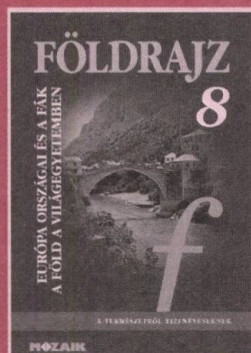
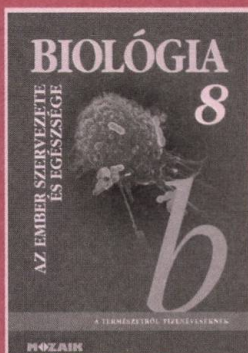
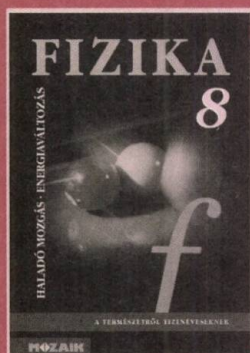
**Bonifertné – Halász – Kövesdi –
Miskolcziné – Molnárné**
**Fizikai kísérletek és
feladatok 12-16 éveseknek**

A fizikus ugyan a maga sajátos eszközeivel vallatja a természetet, de tudománya mélyen beágyazódik az emberi történelem és kultúra egészébe.

Könyvünk a tanórán elsajátított ismereteket érdekességekkel, önállóan elvégezhető kísérletekkel, számításos és a fizika hétköznapi, gyakorlati alkalmazásait bemutató feladatokkal, valamint a tudomány és kultúra fejlődését is ismertető történelmi kronológiával egészíti ki.



**A természetről tizenéveseknek
tankönyvsorozat 8. osztályos kötetei**



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon/Fax: (62) 470-101, 488-282

MOZAIK KÖNYVESBOLTOK

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612
6723 Szeged, Csongrádi sgt. 73., Tel.: (62) 485-522

MOZAIK
www.mozaik.info.hu